

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

11017 U.S. PTO  
09/800151  
03/05/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年 3月 6日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-061203

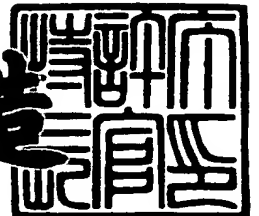
出 願 人  
Applicant(s):

富士通株式会社

2000年 8月25日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3067107

【書類名】 特許願

【整理番号】 0000080

【提出日】 平成12年 3月 6日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04L 29/08

【発明の名称】 回線復旧方式およびパケット転送装置

【請求項の数】 23

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 鈴木 浩之

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100072718

【弁理士】

【氏名又は名称】 古谷 史旺

【電話番号】 3343-2901

【選任した代理人】

【識別番号】 100075591

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 榮祐

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013354

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】            要約書    1

【包括委任状番号】    9704947

【ブルーフの要否】    要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 回線復旧方式およびパケット転送装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 冗長に構成された複数の伝送路の後続する伝送区間について、送信が妨げられる障害の発生を個別に監視し、

前記複数の伝送路の内、特定の伝送路に発生した障害が存続しているときに、この特定の伝送路の先行する伝送区間から後続する伝送区間にコネクションレスサービスとして中継されるべきパケットの属性を識別し、

前記識別された属性がベストエフォート型サービスの対象を意味するときに、前記複数の伝送路の内、前記特定の伝送路以外の伝送路を適用して前記パケットを中継する

ことを特徴とする回線復旧方式。

【請求項 2】 冗長に構成された複数の伝送路に個別に現用のパスに併せて、その現用のパスを代替し得る予備のパスが予め形成され、

前記現用のパスの後続する伝送区間に対する送信が妨げられる障害の発生を個別に監視し、

前記現用のパスの内、特定の現用のパスに発生した障害が存続しているときに、この特定の現用のパスの先行する伝送区間から後続する伝送区間に中継されるべきパケットの属性を識別し、

前記識別された属性がコントロールローデッド型サービスとギャランティード型サービスとの何れか一方の対象を意味するときに、前記予め形成された予備のパスの内、前記特定の現用のパスを代替し得る予備のパスを適用して前記パケットを中継する

ことを特徴とする回線復旧方式。

【請求項 3】 冗長に構成された複数の伝送路の内、全てあるいは一部に個別に現用のパスが形成され、これらの現用のパスが形成された個々の伝送路以外の伝送路にこれらの現用のパスの一部を個別に代替し得る予備のパスが予め形成され、

前記複数の伝送路の後続する伝送区間に対する送信が妨げられる障害の発生を

個別に監視し、

前記複数の伝送路の内、特定の伝送路に発生した障害が存続しているときに、この特定の伝送路の先行する伝送区間から後続する伝送区間に中継されるべきパケットの属性を識別し、

前記識別された属性がベストエフォート型サービスの対象を意味するときに、前記複数の伝送路の内、前記特定の伝送路以外の伝送路を適用して前記パケットを中継し、その属性がコントロールローデッド型サービスとギャランティード型サービスとの何れか一方の対象を意味するときに、前記予め形成された予備のパスの内、その特定の伝送以外の伝送路に予め形成された予備のパスを適用してこのパケットを中継する

ことを特徴とする回線復旧方式。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の回線復旧方式において、  
複数の伝送路は、

二重化され、かつ伝送方向が互いに反対である環状の伝送路として形成され、  
識別された属性がベストエフォート型サービスの対象を意味するときに、その属性が識別されたパケットをループバック方式に基づいて中継する

ことを特徴とする回線復旧方式。

【請求項 5】 請求項 2 に記載の回線復旧方式において、  
複数の伝送路は、

二重化され、かつ伝送方向が互いに反対である環状の伝送路として形成され、  
識別された属性がコントロールローデッド型サービスとギャランティード型サービスとの何れか一方の対象を意味するときに、その属性が識別されたパケットを明示的ルーティング方式に基づいて中継する

ことを特徴とする回線復旧方式。

【請求項 6】 冗長に構成された単信方式の伝送路とのインタフェースを物理層において個別にとるインタフェース手段と、

前記伝送路の個々の先行する伝送区間の前記物理層における障害を検出する障害検出手段と、

前記インタフェース手段を介して前記伝送路をトランスポートラベル層で終端

し、これらの伝送路について、前記障害検出手段によって障害が検出されたことを意味する警報パケットを後続する伝送区間の全てあるいは一部に送信する通信制御手段と

を備えたことを特徴とするパケット転送装置。

【請求項 7】 請求項 6 に記載のパケット転送装置において、  
通信制御手段は、

障害検出手段によって障害が検出された伝送路の識別子を警報パケットに付加する

ことを特徴とするパケット転送装置。

【請求項 8】 冗長に構成された単信方式の伝送路とのインタフェースを物理層において個別にとるインタフェース手段と、

前記伝送路の何れかの後続する伝送区間に送信されるべきパケットについて、送信元と宛先との双方または何れか一方と、これらの伝送路の伝送区間の内、不正常的な伝送区間の組み合わせとの対に適応し、かつ実際に送信が許容されるべき伝送路の識別子が予め登録された記憶手段と、

前記伝送路を前記インタフェース手段を介してトランスポートラベル層で終端し、これらの伝送路の何れかの伝送区間の識別子を含み、その伝送区間の不正常的を意味する警報パケットが受信されたときに、後続して送信すべき個々のパケットの送信元と宛先との双方または一方と、この識別子との対に適応し、かつ前記記憶手段に登録された識別子で示される伝送路の後続する伝送区間に、そのパケットを送信する通信制御手段と

を備えたことを特徴とするパケット転送装置。

【請求項 9】 請求項 8 に記載のパケット転送装置において、  
記憶手段には、

トランスポートラベル層において宛先との間に形成されるべきパスについて、異なる伝送路に対する乗り換えの回数の昇順に識別子が登録された

ことを特徴とするパケット転送装置。

【請求項 10】 請求項 8 に記載のパケット転送装置において、  
記憶手段には、

不正常な伝送区間の組み合わせに対応して、その組み合わせに属さない後続する伝送区間を形成する伝送路の識別子が予め登録された

ことを特徴とするパケット転送装置。

【請求項 1 1】 請求項 8 に記載のパケット転送装置において、記憶手段には、

トランスポートラベル層において宛先との間にパスが形成される限り、伝送路の内、不正常な伝送区間を含む伝送路の正常な伝送区間に対してパケットの送信が積極的に許容される形態で識別子が登録された

ことを特徴とするパケット転送装置。

【請求項 1 2】 請求項 6 ないし請求項 1 1 の何れか 1 項に記載のパケット転送装置において、

伝送路の先行する伝送区間から受信され、かつ後続する伝送区間に中継されるべきパケットを蓄積する送信バッファ手段を備え、

通信制御手段は、

前記送信バッファ手段に蓄積されたパケットの内、障害が検出され、あるいは不正常な先行する伝送区間の後続する伝送区間に中継されるべきパケットを廃棄し、これらのパケットに個別に含まれる送信元と順序制御に供されるべき番号との組み合わせを警報パケットに付加する

ことを特徴とするパケット転送装置。

【請求項 1 3】 冗長に構成された単信方式の伝送路とのインタフェースを個別に物理層においてとるインタフェース手段と、

前記インタフェース手段について、前記物理層における障害を検出する障害検出手段と、

前記インタフェース手段を介して前記伝送路をトランスポートラベル層で終端し、前記障害検出手段によって障害が検出されたことを意味し、これらのインタフェース手段の内、その障害が検出されたインタフェース手段を示す警報パケットを後続する伝送区間の全てあるいは一部に送信する通信制御手段と

を備えたことを特徴とするパケット転送装置。

【請求項 1 4】 請求項 1 3 に記載のパケット転送装置において、

通信制御手段は、

障害検出手段によって障害が検出されたインタフェース手段について、その障害の態様を示す識別子を警報パケットに付加する

ことを特徴とするパケット転送装置。

【請求項 1 5】 冗長に構成された単信方式の伝送路とのインタフェースを個別に物理層でとるインタフェース手段と、

前記伝送路の何れかの後続する伝送区間に送信されるべきパケットについて、送信元と宛先との双方または何れか一方と、前記インタフェース手段の内、障害が発生したインタフェース手段とこれらの障害の態様との双方あるいは何れか一方との組み合わせに適応し、かつ実際に送信が許容されるべき伝送路の識別子が予め登録された記憶手段と、

前記伝送路を前記インタフェース手段を介してトランスポートラベル層で終端し、これらのインタフェース手段の内、前記障害が発生したインタフェース手段を示す警報パケットが受信されたときに、後続して送信すべき個々のパケットの送信元と宛先との双方または一方と、このインタフェース手段との対に適応し、かつ前記記憶手段に登録された識別子で示される伝送路の後続する伝送区間に、そのパケットを送信する通信制御手段と

を備えたことを特徴とするパケット転送装置。

【請求項 1 6】 請求項 1 5 に記載のパケット転送装置において、インタフェース手段の障害の態様は、

これらのインタフェース手段について、個別に接続された伝送路の先行する伝送区間から所定のパケットが受信できる状態であるか否かを意味する

ことを特徴とするパケット転送装置。

【請求項 1 7】 請求項 1 5 に記載のパケット転送装置において、インタフェース手段の障害の態様は、

これらのインタフェース手段について、個別に接続された伝送路の後続する伝送区間に所定のパケットを送信できる状態であるか否かであることを意味する

ことを特徴とするパケット転送装置。

【請求項 1 8】 請求項 1 5 ないし請求項 1 7 の何れか 1 項に記載のパケッ



ト転送装置において、

記憶手段には、

トランスポートラベル層において宛先との間に形成されるべきパスについて、異なる伝送路に対する乗り換えの回数の昇順に識別子が登録されたことを特徴とするパケット転送装置。

【請求項 1 9】 請求項 1 5 ないし請求項 1 7 の何れか 1 項に記載のパケット転送装置において、

記憶手段には、

障害が発生したインタフェース手段の組み合わせに対応して、その組み合わせに属さないインタフェース手段に接続された後続する伝送区間を形成する伝送路の識別子が予め登録された

ことを特徴とするパケット転送装置。

【請求項 2 0】 請求項 1 5 ないし請求項 1 7 の何れか 1 項に記載のパケット転送装置において、

記憶手段には、

トランスポートラベル層において宛先との間に正常なパスが形成される限り、伝送路の内、障害が発生したインタフェース手段に接続された伝送区間を含む伝送路の正常な伝送区間に対してパケットの送信が積極的に許容される形態で識別子が登録された

ことを特徴とするパケット転送装置。

【請求項 2 1】 請求項 6 ないし請求項 2 0 の何れか 1 項に記載のパケット転送装置において、

通信制御手段は、

伝送路の全てあるいは一部の後続する伝送区間に、これらの伝送路の先行する伝送区間から受信された警報パケットを中継する

ことを特徴とするパケット転送装置。

【請求項 2 2】 請求項 1 3 ないし請求項 2 1 の何れか 1 項に記載のパケット転送装置において、

伝送路の先行する伝送区間から受信され、かつ後続する伝送区間に中継される

べきパケットを蓄積する送信バッファ手段を備え、

通信制御手段は、

前記送信バッファ手段に蓄積されたパケットの内、障害が検出され、あるいは発生したインタフェース手段を介して後続する伝送区間に中継されるべきパケットを廃棄し、これらのパケットに個別に含まれる送信元と順序制御に供されるべき番号との組み合わせを警報パケットに付加する

ことを特徴とするパケット転送装置。

【請求項 2 3】 請求項 6 ないし請求項 2 2 の何れか 1 項に記載のパケット転送装置において、

伝送路の後続する伝送区間に送信されたパケットを蓄積する既送信バッファ手段を備え、

通信制御手段は、

警報パケットが受信されたときに、前記既送信バッファに蓄積されたパケットの内、その警報パケットに含まれる送信元と番号とにそれぞれ等しい送信元と番号とが含まれるパケットを優先して送信する

ことを特徴とするパケット転送装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、伝送路が冗長に構成されたパケットルーティング網において、障害が発生した伝送区間の代替の伝送路をその経路制御の手順に基づいて求める回線復旧方式と、その回線復旧方式を実現するノードとして備えられるべきパケット転送装置とに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、インターネットや移動通信網を介して多様なデータ通信サービスの提供が行われ、これらのデータ通信サービスの提供を受ける端末の数が急激に増加しつつある。したがって、従来より金融その他の特定の分野に適用されていたパケット伝送技術は、広域網にも積極的に適用されつつある。

## 【 0 0 0 3 】

このような広域網には、従来、主として電話系の通信サービスの提供に適用されていた回線交換方式と S T M (Synchronous Transfer Mode) 方式の時分割多重伝送方式とに代えて、A T M (Asynchronous Transfer Mode) と、この A T M 方式に適合した I P (Internet Protocol) や M P L S (Multiprotocol Label Switching) その他の技術が適用され、例えば、図 1 5 に示すように、パケット交換機 8 0 に併せて、ルータ 8 1 - 1 1 ~ 8 1 - 1 6、8 1 - 2 1 ~ 8 1 - 2 3、8 1 - 3 1、8 1 - 3 2、8 1 - 4 1、8 1 - 4 2、8 2 - 1 ~ 8 2 - 3 がノードとして備えられる。

## 【 0 0 0 4 】

また、図 1 5 に示す広域網が同期光通信網 (S O N E T : Synchronous Optical network) として構成され、かつ例えば、同図に「×」印を付して示すように、ルータ 8 1 - 1 2 からルータ 8 1 - 1 3 に至る伝送区間に障害が発生した場合には、ルータ 8 1 - 1 3 は、物理層であるソネット層において、「その伝送区間から定常的に（あるいは所定の期間に限って）受光されるべき光信号が受光できない事象」としてこの障害を検出する。

## 【 0 0 0 5 】

さらに、ルータ 8 1 - 1 3 は、上述した伝送区間に代わる物理的な代替伝送区間を経路制御に適用することによって、障害が発生した伝送区間の修復を図る。

なお、このような物理的な代替伝送区間としては、例えば、ルータ 8 1 - 1 1 ~ 8 1 - 1 6 が配置されてなる環状のコアネットワークの個々の伝送区間が二重化された光伝送路として形成された場合には、上述した障害が発生した現用の光伝送路にかわる予備の光伝送路が適用される。

## 【 0 0 0 6 】

また、ルータ 8 1 - 1 1 ~ 8 1 - 1 6、8 1 - 2 1 ~ 8 1 - 2 3、8 1 - 3 1、8 1 - 3 2、8 1 - 4 1、8 1 - 4 2、8 2 - 1 ~ 8 2 - 3 は、始動時には、既述の経路制御に適用されるべきルーティング情報を互いに交換し、これらのルーティング情報を個別に所定の形式のデータベースとして蓄積することによってルーティングマップを生成する。

## 【 0 0 0 7 】

さらに、これらのルータ 8 1 -11～8 1 -16、8 1 -21～8 1 -23、8 1 -31、8 1 -32、8 1 -41、8 1 -42、8 2 -1～8 2 -3 は、先行する伝送区間から与えられた個々のパケットの経路制御の過程では、上述したルーティングマップを適宜参照することによってこれらのパケットの宛先に基づいて、後続する伝送区間、あるいは自局の配下に収容された端末を特定する。

## 【0 0 0 8】

## 【発明が解決しようとする課題】

ところで、このような従来例では、上述したルーティングマップには何れの伝送区間についても、伝送容量やその伝送容量の余剰分（輻輳の程度等）が何ら反映されず、かつルータ 8 1 -11～8 1 -16、8 1 -21～8 1 -23、8 1 -31、8 1 -32、8 1 -41、8 1 -42、8 2 -1～8 2 -3 は、経路制御の過程で単にホップ数が少ない出方路に接続された伝送区間を既述の後続する伝送区間として選定していた。

## 【0 0 0 9】

したがって、何れかの伝送区間に発生した障害が発生したために、ソネット層でその伝送区間の代替の伝送区間が選定されるためには、ルータ 8 1 -11～8 1 -16、8 1 -21～8 1 -23、8 1 -31、8 1 -32、8 1 -41、8 1 -42、8 2 -1～8 2 -3 は何れも一斉に既述のルーティングマップを更新しなければならず、そのためには、これらのルータ 8 1 -11～8 1 -16、8 1 -21～8 1 -23、8 1 -31、8 1 -32、8 1 -41、8 1 -42、8 2 -1～8 2 -3 の間で多量のルーティング情報が相互に引き渡されなければならなかった。

## 【0 0 1 0】

すなわち、従来例では、ルータ 8 1 -11～8 1 -16、8 1 -21～8 1 -23、8 1 -31、8 1 -32、8 1 -41、8 1 -42、8 2 -1～8 2 -3 がネットワーク層で経路制御を行うにもかかわらず、先行する伝送区間の障害の検出とその伝送区間に代わる代替伝送区間の適用とが物理層で行われていたために、障害の発生に対する十分な応答性が確保されず、このような応答が得られる技術の開発が強く要望されていた。

## 【0 0 1 1】

本発明は、既存の網および物理的な伝送方式との不整合と伝送速度の低下とが生じることなく、障害の発生時における速やかな復旧を可能とする回線復旧方式

およびパケット転送装置を提供することを目的とする。

【 0 0 1 2 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載の発明は、冗長に構成された複数の伝送路の後続する伝送区間について、送信が妨げられる障害の発生を個別に監視し、複数の伝送路の内、特定の伝送路に発生した障害が存続しているときに、この特定の伝送路の先行する伝送区間から後続する伝送区間にコネクションレスサービスとして中継されるべきパケットの属性を識別し、識別された属性がベストエフォート型サービスの対象を意味するときに、複数の伝送路の内、特定の伝送路以外の伝送路を適用してパケットを中継することを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

請求項 2 に記載の発明は、冗長に構成された複数の伝送路に個別に現用のパスに併せて、その現用のパスを代替し得る予備のパスが予め形成され、現用のパスの後続する伝送区間に対する送信が妨げられる障害の発生を個別に監視し、現用のパスの内、特定の現用のパスに発生した障害が存続しているときに、この特定の現用のパスの先行する伝送区間から後続する伝送区間に中継されるべきパケットの属性を識別し、識別された属性がコントロールロード型サービスとギャランティード型サービスとの何れか一方の対象を意味するときに、予め形成された予備のパスの内、特定の現用のパスを代替し得る予備のパスを適用してパケットを中継することを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

請求項 3 に記載の発明は、冗長に構成された複数の伝送路の内、全てあるいは一部に個別に現用のパスが形成され、これらの現用のパスが形成された個々の伝送路以外の伝送路にこれらの現用のパスの一部を個別に代替し得る予備のパスが予め形成され、複数の伝送路の後続する伝送区間に対する送信が妨げられる障害の発生を個別に監視し、複数の伝送路の内、特定の伝送路に発生した障害が存続しているときに、この特定の伝送路の先行する伝送区間から後続する伝送区間に中継されるべきパケットの属性を識別し、識別された属性がベストエフォート型サービスの対象を意味するときに、複数の伝送路の内、特定の伝送路以外の伝送

路を適用してパケットを中継し、その属性がコントロールロード型サービスとギャランティード型サービスとの何れかの対象を意味するときに、予め形成された予備のパスの内、その特定の伝送以外の伝送路に予め形成された予備のパスを適用してこのパケットを中継することを特徴とする。

## 【 0 0 1 5 】

請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 に記載の回線復旧方式において、複数の伝送路は、二重化され、かつ伝送方向が互いに反対である環状の伝送路として形成され、識別された属性がベストエフォート型サービスの対象を意味するときに、その属性が識別されたパケットをループバック方式に基づいて中継することを特徴とする。

## 【 0 0 1 6 】

請求項 5 に記載の発明は、請求項 2 に記載の回線復旧方式において、複数の伝送路は、二重化され、かつ伝送方向が互いに反対である環状の伝送路として形成され、識別された属性がコントロールロード型サービスとギャランティード型サービスとの何れか一方の対象を意味するときに、その属性が識別されたパケットを明示的ルーティング方式に基づいて中継することを特徴とする。

## 【 0 0 1 7 】

図 1 は、本発明にかかわる第一のパケット転送装置の原理ブロック図である。

請求項 6 に記載の発明は、冗長に構成された単信方式の伝送路とのインタフェースを物理層において個別にとるインタフェース手段と、伝送路の個々の先行する伝送区間の物理層における障害を検出する障害検出手段と、インタフェース手段を介して伝送路をトランスポートラベル層で終端し、これらの伝送路について、障害検出手段によって障害が検出されたことを意味する警報パケットを後続する伝送区間の全てあるいは一部に送信する通信制御手段とを備えたことを特徴とする。

## 【 0 0 1 8 】

請求項 7 に記載の発明は、請求項 6 に記載のパケット転送装置において、通信制御手段は、障害検出手段によって障害が検出された伝送路の識別子を警報パケットに付加することを特徴とする。

図 2 は、本発明にかかわる第二の packets 転送装置の原理ブロック図である。

【0019】

請求項 8 に記載の発明は、冗長に構成された単信方式の伝送路とのインタフェースを物理層において個別にとるインタフェース手段と、伝送路の何れかの後続する伝送区間に送信されるべき packets について、送信元と宛先との双方または何れか一方と、これらの伝送路の伝送区間の内、不正常的な伝送区間の組み合わせとの対に適応し、かつ実際に送信が許容されるべき伝送路の識別子が予め登録された記憶手段と、伝送路をインタフェース手段を介してトランスポートラベル層で終端し、これらの伝送路の何れかの伝送区間の識別子を含み、その伝送区間の不正常を意味する警報 packets が受信されたときに、後続して送信すべき個々の packets の送信元と宛先との双方または一方と、この識別子との対に適応し、かつ記憶手段に登録された識別子で示される伝送路の後続する伝送区間に、その packets を送信する通信制御手段とを備えたことを特徴とする。

【0020】

請求項 9 に記載の発明は、請求項 8 に記載の packets 転送装置において、記憶手段には、トランスポートラベル層において宛先との間に形成されるべきパスについて、異なる伝送路に対する乗り換えの回数の昇順に識別子が登録されたことを特徴とする。

請求項 10 に記載の発明は、請求項 8 に記載の packets 転送装置において、記憶手段には、不正常的な伝送区間の組み合わせに対応して、その組み合わせに属さない後続する伝送区間を形成する伝送路の識別子が予め登録されたことを特徴とする。

【0021】

請求項 11 に記載の発明は、請求項 8 に記載の packets 転送装置において、記憶手段には、トランスポートラベル層において宛先との間にパスが形成される限り、伝送路の内、不正常的な伝送区間を含む伝送路の正常な伝送区間に対して packets の送信が積極的に許容される形態で識別子が登録されたことを特徴とする。

請求項 12 に記載の発明は、請求項 6 ないし請求項 11 の何れか 1 項に記載の packets 転送装置において、伝送路の先行する伝送区間から受信され、かつ後続

する伝送区間に中継されるべきパケットを蓄積する送信バッファ手段を備え、通信制御手段は、送信バッファ手段に蓄積されたパケットの内、障害が検出され、あるいは不正常的な先行する伝送区間の後続する伝送区間に中継されるべきパケットを廃棄し、これらのパケットに個別に含まれる送信元と順序制御に供されるべき番号との組み合わせを警報パケットに付加することを特徴とする。

## 【 0 0 2 2 】

図 3 は、本発明にかかわる第三のパケット転送装置の原理ブロック図である。

請求項 1 3 に記載の発明は、冗長に構成された単信方式の伝送路とのインタフェースを個別に物理層においてとるインタフェース手段と、インタフェース手段について、物理層における障害を検出する障害検出手段と、インタフェース手段を介して伝送路をトランスポートラベル層で終端し、障害検出手段によって障害が検出されたことを意味し、これらのインタフェース手段の内、その障害が検出されたインタフェース手段を示す警報パケットを後続する伝送区間の全てあるいは一部に送信する通信制御手段とを備えたことを特徴とする。

## 【 0 0 2 3 】

請求項 1 4 に記載の発明は、請求項 1 3 に記載のパケット転送装置において、通信制御手段は、障害検出手段によって障害が検出されたインタフェース手段について、その障害の態様を示す識別子を警報パケットに付加することを特徴とする。

図 4 は、本発明にかかわる第四のパケット転送装置の原理ブロック図である。

## 【 0 0 2 4 】

請求項 1 5 に記載の発明は、冗長に構成された単信方式の伝送路とのインタフェースを個別に物理層でとるインタフェース手段と、伝送路の何れかの後続する伝送区間に送信されるべきパケットについて、送信元と宛先との双方または何れか一方と、インタフェース手段の内、障害が発生したインタフェース手段とこれらの障害の態様との双方あるいは何れか一方との組み合わせに適応し、かつ実際に送信が許容されるべき伝送路の識別子が予め登録された記憶手段と、伝送路をインタフェース手段を介してトランスポートラベル層で終端し、これらのインタフェース手段の内、障害が発生したインタフェース手段を示す警報パケットが受



信されたときに、後続して送信すべき個々のパケットの送信元と宛先との双方または一方と、このインタフェース手段との対に適応し、かつ記憶手段に登録された識別子で示される伝送路の後続する伝送区間に、そのパケットを送信する通信制御手段とを備えたことを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

請求項 1 6 に記載の発明は、請求項 1 5 に記載のパケット転送装置において、インタフェース手段の障害の態様は、これらのインタフェース手段について、個別に接続された伝送路の先行する伝送区間から所定のパケットが受信できる状態であるか否かを意味することを特徴とする。

請求項 1 7 に記載の発明は、請求項 1 5 に記載のパケット転送装置において、インタフェース手段の障害の態様は、これらのインタフェース手段について、個別に接続された伝送路の後続する伝送区間に所定のパケットを送信できる状態であるか否かであることを意味することを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

請求項 1 8 に記載の発明は、請求項 1 5 ないし請求項 1 7 の何れか 1 項に記載のパケット転送装置において、記憶手段には、トランスポートラベル層において宛先との間に形成されるべきパスについて、異なる伝送路に対する乗り換えの回数の昇順に識別子が登録されたことを特徴とする。

請求項 1 9 に記載の発明は、請求項 1 5 ないし請求項 1 7 の何れか 1 項に記載のパケット転送装置において、記憶手段には、障害が発生したインタフェース手段の組み合わせに対応して、その組み合わせに属さないインタフェース手段に接続された後続する伝送区間を形成する伝送路の識別子が予め登録されたことを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

請求項 2 0 に記載の発明は、請求項 1 5 ないし請求項 1 7 の何れか 1 項に記載のパケット転送装置において、記憶手段には、トランスポートラベル層において宛先との間に正常なパスが形成される限り、伝送路の内、障害が発生したインタフェース手段に接続された伝送区間を含む伝送路の正常な伝送区間に対してパケットの送信が積極的に許容される形態で識別子が登録されたことを特徴とする。

## 【 0 0 2 8 】

請求項 2 1 に記載の発明は、請求項 6 ないし請求項 2 0 の何れか 1 項に記載の  
パケット転送装置において、通信制御手段は、伝送路の全てあるいは一部の後続  
する伝送区間に、これらの伝送路の先行する伝送区間から受信された警報パケッ  
トを中継することを特徴とする。

請求項 2 2 に記載の発明は、請求項 1 3 ないし請求項 2 1 の何れか 1 項に記載  
のパケット転送装置において、伝送路の先行する伝送区間から受信され、かつ後  
続する伝送区間に中継されるべきパケットを蓄積する送信バッファ手段を備え、

通信制御手段は、送信バッファ手段に蓄積されたパケットの内、障害が検出さ  
れ、あるいは発生したインタフェース手段を介して後続する伝送区間に中継され  
るべきパケットを廃棄し、これらのパケットに個別に含まれる送信元と順序制御  
に供されるべき番号との組み合わせを警報パケットに付加することを特徴とする

## 【 0 0 2 9 】

請求項 2 3 に記載の発明は、請求項 6 ないし請求項 2 2 の何れか 1 項に記載の  
パケット転送装置において、伝送路の後続する伝送区間に送信されたパケットを  
蓄積する既送信バッファ手段 2 6 を備え、通信制御手段は、警報パケットが受信  
されたときに、既送信バッファに蓄積されたパケットの内、その警報パケットに  
含まれる送信元と番号とにそれぞれ等しい送信元と番号とが含まれるパケットを  
優先して送信することを特徴とする。

## 【 0 0 3 0 】

請求項 1 に記載の発明にかかわる回線復旧方式では、冗長に構成された複数の  
伝送路の後続する伝送区間について、送信が妨げられる障害の発生が個別に監視  
される。さらに、これらの複数の伝送路の内、特定の伝送路に発生した障害が存  
続しているときには、この特定の伝送路の先行する伝送区間から後続する伝送区  
間にコネクションレスサービスとして中継されるべきパケットの属性が識別され  
る。また、このようにして識別された属性がベストエフォート型サービスの対象  
を意味するときには、上述した複数の伝送路の内、特定の伝送路以外の伝送路が  
該当するパケットの中継に適用される。

## 【0031】

すなわち、個々の伝送区間の伝送帯域は、ベストエフォート型サービスのよう  
に、伝送路におけるパケットの欠落や廃棄が許容されることが上述したパケット  
の属性として識別される限り、発生が予測できない障害に介して代替のパスを形  
成するために予約されることなく、通常の伝送サービスに有効に利用される。

また、何らか伝送路の後続する伝送区間に障害が発生した場合であっても、そ  
の伝送区間を代替する伝送路を介して該当するパケットが中継されることによっ  
て低下し得るサービス品質は、回線の構成、伝送速度、各伝送区間におけるトラ  
ヒックの分布および並行して障害が発生した伝送区間の組み合わせが予め適正に  
設定される限り、高く維持される。

## 【0032】

請求項2に記載の発明にかかわる回線復旧方式では、冗長に構成された複数の  
伝送路に個別に現用のパスに併せて、その現用のパスを代替し得る予備のパスが  
予め形成される。これらの現用のパスについては、後続する伝送区間に対する送  
信が妨げられる障害の発生が個別に監視され、上述した現用のパスの内、特定の  
現用のパスに発生した障害が存続しているときには、この特定の現用のパスの先  
行する伝送区間から後続する伝送区間に中継されるべきパケットの属性が識別さ  
れる。さらに、このようにして識別された属性がコントロールロード型サー  
ビスとギャランティード型サービスとの何れか一方の対象を意味するときには、  
上述したように予め形成された予備のパスの内、特定の現用のパスを代替し得る  
予備のパスが該当するパケットの中継に適用される。

## 【0033】

すなわち、これらの予備のパスは、障害が何ら発生していない状態であっても  
伝送帯域の一部が予約されることによって確実に形成され、さらに、後続する伝  
送区間に障害が発生した現用のパスに代えて、速やかに、かつ確度高くパケット  
の中継に供される。

また、複数の伝送路の伝送帯域の内、このような予備のパスに割り付けられた  
伝送帯域以外の伝送帯域は、これらの伝送路の伝送帯域の総和に対して占める比  
率が実際に生じ得るトラヒックの分布に対して適切である限り、伝送効率や伝送

品質が著しく劣化することなく、伝送サービスに有効に利用される。

【 0 0 3 4 】

請求項 3 に記載の発明にかかわる回線復旧方式では、冗長に構成された複数の伝送路の内、全てあるいは一部に個別に現用のパスが形成され、これらの現用のパスが形成された個々の伝送路以外の伝送路にこれらの現用のパスの一部を個別に代替し得る予備のパスが予め形成される。

これらの複数の伝送路については、後続する伝送区間に対する送信が妨げられる障害の発生が個別に監視される。また、これらの複数の伝送路の内、特定の伝送路に発生した障害が存続しているときには、この特定の伝送路の先行する伝送区間から後続する伝送区間に中継されるべきパケットの属性が識別される。

【 0 0 3 5 】

さらに、このようにして識別された属性がベストエフォート型サービスの対象を意味するときには、上述した複数の伝送路の内、特定の伝送路以外の伝送路が該当するパケットの中継に適用される。また、同様に識別された属性がコントロールロード型サービスとギャランティード型サービスとの何れか一方の対象を意味するときには、上述したように予め形成された予備のパスの内、その特定の伝送以外の伝送路に予め形成された予備のパスが該当するパケットの中継に適用される。

【 0 0 3 6 】

すなわち、障害が発生した伝送区間を代替し得る伝送路あるいはパスは、中継されるべきパケットの伝送が行われるべきベストエフォート型、コントロールロード型、ギャランティード型等のサービスの形態に柔軟に適応した形態で取得され、あるいは確保される。

請求項 4 に記載の発明にかかわる回線復旧方式では、請求項 1 に記載の回線復旧方式において、複数の伝送路は、二重化され、かつ伝送方向が互いに反対である環状の伝送路として形成される。また、属性が識別されたパケットは、この属性がベストエフォート型サービスの対象を意味するときには、ループバック方式に基づいて中継される。

【 0 0 3 7 】

したがって、二重化された環状の伝送路を介してコネクションレスサービスとしてパケットの伝送が行われる伝送系に対して、本願発明の適用が可能となる。

請求項 5 に記載の発明にかかわる回線復旧方式では、請求項 2 に記載の回線復旧方式において、複数の伝送路は、二重化され、かつ伝送方向が互いに反対である環状の伝送路として形成される。また、属性が識別されたパケットは、この属性がコントロールロード型サービスとギャランティード型サービスとの何れか一方の対象を意味するときに、明示的ルーティング方式に基づいて中継される。

【 0 0 3 8 】

したがって、二重化された環状の伝送路を介してコネクション型の通信サービスとしてパケットの伝送が行われる伝送系に対して、本願発明の適用が可能となる。

請求項 6 に記載の発明にかかわるパケット転送装置では、インタフェース手段 1 1 -1 ~ 1 1 -P は、冗長に構成された単信方式の伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P とのインタフェースを個別に物理層においてとる。通信制御手段 1 3 は、これらのインタフェース手段 1 1 -1 ~ 1 1 -P を介して伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P をトランスポートラベル層において終端する。

【 0 0 3 9 】

また、障害検出手段 1 2 は、伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P の個々の先行する伝送区間の障害を物理層において検出する。通信制御手段 1 3 は、これらの伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P について、障害検出手段 1 2 によって障害が検出されたことを意味する警報パケットを後続する伝送区間の全てあるいは一部に送信する。

すなわち、伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P の何れの先行する伝送区間に発生した障害についても、物理的に検出され、かつトランスポートラベル層を介して他のノードにメッセージとして通知される。

【 0 0 4 0 】

したがって、伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P の内、上述した障害が発生した伝送路は、上述した他のノードとの間において、物理層より上位の所望の層における活用が可能となる。

請求項 7 に記載の発明にかかわるパケット転送装置では、請求項 4 に記載のパケット転送装置において、通信制御手段 1 3 は、障害検出手段 1 2 によって障害が検出された伝送路の識別子を警報パケットに付加する。

【 0 0 4 1 】

すなわち、伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P の内、障害が発生した伝送路は、これらの伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P の後続する伝送区間を介して接続された個々のノードに通知される。

したがって、これらのノードは、障害が発生した伝送路を特定することによって、物理層より上位の所望の層において、伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P の伝送区間の内、正常である伝送区間を有効に活用することができる。

【 0 0 4 2 】

請求項 8 に記載の発明にかかわるパケット転送装置では、インタフェース手段 1 1 -1 ~ 1 1 -P は、冗長に構成された単信方式の伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P とのインタフェースを個別に物理層においてとる。通信制御手段 1 5 は、インタフェース手段 1 1 -1 ~ 1 1 -P を介して伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P をトランスポートラベル層において終端する。

【 0 0 4 3 】

記憶手段 1 4 には、伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P の何れかの後続する伝送区間に送信されるべきパケットについて、送信元と宛先との双方または何れか一方と、これらの伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P の伝送区間の内、不正常的な伝送区間の組み合わせとの対に適応し、かつ実際に送信が許容されるべき伝送路の識別子が予め登録される。

【 0 0 4 4 】

通信制御手段 1 5 は、これらの伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P の何れかの伝送区間の識別子を含み、その伝送区間の不正常を意味する警報パケットが受信されたときに、後続して送信すべき個々のパケットの送信元と宛先との双方または一方と、この識別子との対に適応して記憶手段 1 4 に登録された識別子で示される伝送路の後続する伝送区間に、そのパケットを送信する。

【 0 0 4 5 】

すなわち、伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P の伝送区間の内、何らかの障害が発生した伝送区間との代替が可能な伝送区間は、トランスポートラベル層における明示的なルーティングに基づいて速やかに特定され、かつ後続するパケットの送信に適用される。

したがって、伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P の内、何らかの障害が発生した伝送路に代替が可能な他の伝送路が物理層において選定される場合に比べて、通信サービス、保守および運用に適応した形態で、その障害が発生した伝送路の正常な伝送区間の有効利用が可能となる。

【 0 0 4 6 】

請求項 9 に記載の発明にかかわるパケット転送装置では、請求項 8 に記載のパケット転送装置において、記憶手段 1 4 には、トランスポートラベル層において宛先との間に形成されるべきパスについて、異なる伝送路との間における乗り換えの回数の昇順に識別子が登録される。

すなわち、伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P に形成されるパスの内、何らかの障害が発生した伝送区間を代替する伝送区間を含んでなるパスでは、物理的に異なる伝送路の間において乗り換えが行われるべき回数が小さな値に抑えられる。

【 0 0 4 7 】

したがって、伝送効率が高められ、かつ資源の有効利用が図られる。

請求項 1 0 に記載の発明にかかわるパケット転送装置では、請求項 8 に記載のパケット転送装置において、記憶手段 1 4 には、不正常な伝送区間の組み合わせに対応して、その組み合わせに属さない後続する伝送区間を形成する伝送路の識別子が予め登録される。

【 0 0 4 8 】

したがって、通信制御手段 1 5 は、伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P の伝送区間の内、並行して何らかの障害が発生し、かつ復旧していない伝送区間の数および組み合わせが如何なるものであっても、トランスポートラベル層において所望のパケットの宛先との間に正常なパスが形成されることが保証される後続する伝送区間に、そのパケットを送信することができる。

【 0 0 4 9 】

請求項 1 1 に記載の発明にかかわるパケット転送装置では、請求項 8 に記載のパケット転送装置において、記憶手段 1 4 には、トランスポートラベル層において宛先との間にパスが形成される限り、伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P の内、不正常的な伝送区間を含む伝送路の正常な伝送区間に対してパケットの送信が積極的に許容される形態で識別子が登録される。

【 0 0 5 0 】

すなわち、伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P に形成される何れのパスについても、何らかの障害が発生した伝送区間に後続する正常な伝送区間は、その障害が発生した伝送区間をトランスポートラベル層で代替するパスに併せて、上述したパケットの伝送に供される。

したがって、このような代替のパスのトラヒックの増加が抑制され、かつランニングコストの削減に併せてサービス品質の向上が図られる。

【 0 0 5 1 】

請求項 1 2 に記載の発明にかかわるパケット転送装置では、請求項 6 ないし請求項 1 1 の何れか 1 項に記載のパケット転送装置において、送信バッファ手段 1 6 は、伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P の先行する伝送区間から受信され、かつ後続する伝送区間に中継されるべきパケットを蓄積する。通信制御手段 1 3、1 5 は、その送信バッファ手段 1 6 に蓄積されたパケットの内、障害が検出され、あるいは不正常的な先行する伝送区間の後続する伝送区間に中継されるべきパケットを廃棄する。さらに、通信制御手段 1 3 は、これらのパケットに個別に含まれる送信元と順序制御に供されるべき番号との組み合わせを警報パケットに付加する。

【 0 0 5 2 】

すなわち、伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P の後続する伝送区間の内、送信バッファ手段 1 6 に蓄積されたパケットが送出されるべき伝送区間に何らかの障害が生じた場合には、そのパケットが廃棄され、このパケットの送信元によって再送信されるべきパケットが上述した送信元と番号との組み合わせとして通知される。

したがって、先行して送信され、かつ宛先に対する伝達が完了していないパケットについては、そのパケットの送信元は、伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P の伝送区間の何れかに生じた障害に応じて明示的ルーティングその他に基づいて決定された新



たなパスに再送信されるべきパケットを確度高く識別することができる。

【 0 0 5 3 】

請求項 1 3 に記載の発明にかかわるパケット転送装置では、インタフェース手段 1 1 -1 ~ 1 1 -P は、冗長に構成された単信方式の伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P とのインタフェースを個別に物理層においてとる。通信制御手段 2 2 は、これらのインタフェース手段 1 1 -1 ~ 1 1 -P を介して伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P をトランスポートラベル層で終端する。

【 0 0 5 4 】

また、障害検出手段 2 1 は、インタフェース手段 1 1 -1 ~ 1 1 -P の障害を物理層において検出する。通信制御手段 2 2 は、このような障害が検出されたことを意味し、これらのインタフェース手段 1 1 -1 ~ 1 1 -P の内、その障害が検出されたインタフェース手段を示す警報パケットを後続する伝送区間の全てあるいは一部に送信する。

【 0 0 5 5 】

すなわち、インタフェース手段 1 1 -1 ~ 1 1 -P の何れに発生した障害についても、物理的に検出され、かつトランスポートラベル層を介して他のノードにメッセージとして通知される。

したがって、伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P の伝送区間の内、上述した障害が発生したインタフェース手段に直結された先行する伝送区間と後続する伝送区間との双方あるいは何れか一方と異なる伝送区間については、上述した他のノードによって物理層より上位の所望の層における活用が可能となる。

【 0 0 5 6 】

請求項 1 4 に記載の発明にかかわるパケット転送装置では、請求項 1 3 に記載のパケット転送装置において、通信制御手段 2 2 は、障害検出手段 2 1 によって障害が検出されたインタフェース手段について、その障害の態様を示す識別子を警報パケットに付加する。

すなわち、伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P の伝送区間の内、上述した障害が発生したインタフェース手段に直結された先行する伝送区間と後続する伝送区間との双方あるいは何れか一方については、これらの伝送区間以外の正常な後続する伝送区間

を介して接続された個々のノードに通知される。

【0057】

したがって、これらのノードは、障害が発生した伝送区間を特定することによって、物理層より上位の所望の層において、伝送路10-1～10-Pの伝送区間の内、正常である伝送区間を有効に活用することができる。

請求項15に記載の発明にかかわるパケット転送装置では、インタフェース手段11-1～11-Pは、冗長に構成された単信方式の伝送路10-1～10-Pとのインタフェースを個別に物理層においてとる。通信制御手段24は、伝送路10-1～10-Pをインタフェース手段11-1～11-Pを介してトランスポートラベル層で終端する。

【0058】

記憶手段23は、伝送路10-1～10-Pの何れかの後続する伝送区間に送信されるべきパケットについて、送信元と宛先との双方または何れか一方と、インタフェース手段11-1～11-Pの内、障害が発生したインタフェース手段とこれらの障害の態様との双方あるいは何れか一方との組み合わせに適応し、かつ実際に送信が許容されるべき伝送路の識別子が予め登録される。

【0059】

通信制御手段24は、これらのインタフェース手段11-1～11-Pの内、障害が発生したインタフェース手段を示す警報パケットが受信されたときに、後続して送信すべき個々のパケットの送信元と宛先との双方または一方と、このインタフェース手段との対に適応し、かつ記憶手段23に登録された識別子で示される伝送路の後続する伝送区間に、そのパケットを送信する。

【0060】

すなわち、伝送路10-1～10-Pの伝送区間の内、障害が発生した伝送区間との代替が可能な伝送区間は、トランスポートラベル層における明示的なルーティングに基づいて速やかに特定され、かつ後続するパケットの送信に適用される。

したがって、伝送路10-1～10-Pの内、何らかの障害が発生した伝送路に代替が可能な他の伝送路が物理層において選定される場合に比べて、通信サービス、保守および運用に適応した形態で、その障害が発生した伝送路の正常な伝送区

間の有効利用が可能となる。

【 0 0 6 1 】

請求項 1 6 に記載の発明にかかわるパケット転送装置では、請求項 1 5 に記載のパケット転送装置において、インタフェース手段 1 1 -1 ～ 1 1 -P の障害の態様は、これらのインタフェース手段 1 1 -1 ～ 1 1 -P について、個別に接続された伝送路 1 0 -1 ～ 1 0 -P の先行する伝送区間から所定のパケットが受信できる状態であるか否かを意味する。

【 0 0 6 2 】

したがって、このような障害の態様に適応した識別子が記憶手段 2 3 に予め登録される限り、通信制御手段 2 4 は、インタフェース手段 1 1 -1 ～ 1 1 -P の内、障害が発生したインタフェース手段に直結された先行する伝送区間であっても、その態様に応じてこの伝送区間を介して与えられるパケットを受信することができる。

【 0 0 6 3 】

請求項 1 7 に記載の発明にかかわるパケット転送装置では、請求項 1 5 に記載のパケット転送装置において、インタフェース手段 1 1 -1 ～ 1 1 -P の障害の態様は、これらのインタフェース手段 1 1 -1 ～ 1 1 -P について、個別に接続された伝送路 1 0 -1 ～ 1 0 -P の後続する伝送区間に所定のパケットを送信できる状態であるか否かであることを意味する。

【 0 0 6 4 】

したがって、このような障害の態様に適応した識別子が記憶手段 2 3 に予め登録される限り、通信制御手段 2 4 は、インタフェース手段 1 1 -1 ～ 1 1 -P の内、障害が発生したインタフェース手段に直結された後続する伝送区間であっても、その態様に応じてこの伝送区間にパケットを送信することができる。

請求項 1 8 に記載の発明にかかわるパケット転送装置では、請求項 1 5 ないし請求項 1 7 の何れか 1 項に記載のパケット転送装置において、記憶手段 2 3 には、トランスポートラベル層において宛先との間に形成されるべきパスについて、異なる伝送路に対する乗り換えの回数の昇順に識別子が登録される。

【 0 0 6 5 】

すなわち、伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P の伝送区間に形成されるパスの内、何らかの障害が発生した伝送区間を代替する伝送区間を含んでなるパスでは、物理的に異なる伝送路の間において乗り換えが行われるべき回数が小さな値に抑えられる。

したがって、伝送効率が高められ、かつ資源の有効利用が図られる。

請求項 1 9 に記載の発明にかかわるパケット転送装置では、請求項 1 5 ないし請求項 1 7 の何れか 1 項に記載のパケット転送装置において、記憶手段 2 3 には、障害が発生したインタフェース手段の組み合わせに対応して、その組み合わせに属さないインタフェース手段に接続された後続する伝送区間を形成する伝送路の識別子が予め登録される。

#### 【 0 0 6 6 】

したがって、通信制御手段 2 3 は、インタフェース手段 1 1 -1 ~ 1 1 -P の内、並行して何らかの障害が発生し、かつ復旧していない伝送区間の数および組み合わせが如何なるものであっても、所望のパケットの宛先との間に正常なパスがトランスポートラベル層で形成されることが保証される後続する伝送区間に、そのパケットを送信することができる。

#### 【 0 0 6 7 】

請求項 2 0 に記載の発明にかかわるパケット転送装置では、請求項 1 5 ないし請求項 1 7 の何れか 1 項に記載のパケット転送装置において、記憶手段 2 3 には、トランスポートラベル層において宛先との間に正常なパスが形成される限り、伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P の内、障害が発生したインタフェース手段に接続された伝送区間を含む伝送路の正常な伝送区間に対してパケットの送信が積極的に許容される形態で識別子が登録される。

#### 【 0 0 6 8 】

すなわち、伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P の内、上述した障害が発生したインタフェース手段に何らかの伝送区間が直結された伝送路であっても、その伝送路の後続する伝送区間が正常である限り、この後続する伝送区間がパケットの伝送に有効に適用される。

したがって、インタフェース手段 1 1 -1 ~ 1 1 -P の何れかの故障に応じて形成された代替のパスのトラヒックの増加が抑制され、かつランニングコストの削減

に併せてサービス品質の向上が図られる。

請求項 2 1 に記載の発明にかかわるパケット転送装置では、請求項 6 ないし請求項 2 0 の何れか 1 項に記載のパケット転送装置において、通信制御手段 1 3、1 5、2 2、2 4 は、伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P の全てあるいは一部の後続する伝送区間に、これらの伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P の先行する伝送区間から受信された警報パケットを中継する。

【 0 0 6 9 】

すなわち、伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P に接続されたノードの内、上述した警報パケットの送信元以外のノードにもその警報パケットが伝達される。

したがって、これらのノードでは、既に送信したパケットと、後続して送信すべきパケットとの双方あるいは何れか一方のルーティングを自立的に、あるいは互いに連係して行うことによって、伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P やインタフェース手段 1 1 -1 ~ 1 1 -P に生じた障害に対する復旧を図ることができる。

【 0 0 7 0 】

請求項 2 2 に記載の発明にかかわるパケット転送装置では、請求項 1 3 ないし請求項 2 1 の何れか 1 項に記載のパケット転送装置において、送信バッファ手段 2 5 は、伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P の先行する伝送区間から受信され、かつ後続する伝送区間に中継されるべきパケットを蓄積する。通信制御手段 2 2、2 4 は、この送信バッファ手段 2 5 に蓄積されたパケットの内、障害が検出され、あるいは発生したインタフェース手段を介して後続する伝送区間に中継されるべきパケットを廃棄し、これらのパケットに個別に含まれる送信元と順序制御に供されるべき番号との組み合わせを警報パケットに付加する。

【 0 0 7 1 】

すなわち、宛先に対する伝達が完了していない個々のパケットについては、伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 -P あるいはこれらの伝送路 1 0 -1 ~ 1 0 P に接続されたインタフェース手段 1 1 -1 ~ 1 1 -P に障害が発生したときに廃棄され、送信元にその旨が通知される。

したがって、個々のパケットの送信元であるノードは、上述した警報パケットに付加された組み合わせを識別できる限り、既述の障害が発生したときに、これ

らのパケットを所望の方路に再送信することができる。

【0072】

請求項23に記載の発明にかかわるパケット転送装置では、請求項6ないし請求項22の何れか1項に記載のパケット転送装置において、既送信バッファ26は、伝送路10-1～10-Pの後続する伝送区間に送信されたパケットを蓄積する。通信制御手段13、15、22、24は、警報パケットが受信されたときに、既送信バッファ26に既に蓄積されたパケットの内、その警報パケットに含まれる送信元と番号とにそれぞれ等しい送信元と番号とが含まれるパケットを優先して送信する。

【0073】

すなわち、伝送路10-1～10-Pの何れかの後続する伝送区間に送信されたパケットの内、これらの伝送路10-1～10-Pを介して他のノードから上述した警報パケットとして通知されたパケットについては、所望のルーティングに基づいて決定された方路に対して確実に再送信される。

したがって、ギャランティード型の伝送サービスが提供されるべきデータ伝送系に対する適用が可能となる。

【0074】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいて本発明の実施形態について詳細に説明する。

図5は、本発明の実施形態を示す図である。

図において、パケット転送装置51-1～51-6は、二重化された光伝送路52-R、52-Lにノードとして配置される。

【0075】

また、第一のIPルーティング網53-1にはルータ54-1～54-4がノードとして配置され、かつ第二のIPルーティング網53-2にはルータ54-5～54-7がノードとして配置される。MPLS網55には、ルータ54-8～54-10が配置される。

さらに、パケット転送装置51-1には既述のルータ54-1、54-5が接続され、そのルータ54-1はLAN56に接続される。ルータ54-5には、画像端末（

V T) 5 7-1が収容される。

【 0 0 7 6 】

パケット転送装置 5 1-4には既述のルータ 5 4-2、 5 4-6、 5 4-8が接続され、そのルータ 5 4-6には画像端末 (V T) 5 7-2が収容される。

パケット転送装置 5 1-5には既述のルータ 5 4-3、 5 4-9が接続され、そのルータ 5 4-3はルータ 5 4-1と共に L A N 5 6 に接続される。

パケット転送装置 5 1-6には既述のルータ 5 4-4、 5 4-7、 5 4-10 が接続され、そのルータ 5 4-4には第三および第四の I P ルーティング網 5 3-3、 5 3-4 が接続される。ルータ 5 4-7には、画像端末 (V T) 5 8-1、 5 8-2が接続される。

【 0 0 7 7 】

なお、L A N 5 6 と第三および第四のルーティング網 5 3-3、 5 3-4 とには、図 5 に示すように、それぞれ画像端末 (V T) が収容されるが、これらの画像端末については、本願発明に関係がないので、ここでは、符号の付与および図示を省略することとする。

図 6 は、パケット転送装置の詳細な構成を示す図である。

【 0 0 7 8 】

図において、図 5 に示すものと同じものについては、同じ符号を付与して示し、ここでは、その説明を省略する。

パケット転送装置 5 1-1は、図 6 に示すように、下記の要素で構成される。

- ・ 初段に配置された受信部 (R X) 6 1-R1 と最終段に配置された送信部 (T X) 6 2-R1 とから構成され、かつ光伝送路 5 2-Rの先行する伝送区間と後続する伝送区間とに接続された送受信部 (R T P) 6 3-R1
- ・ 初段に配置された受信部 (R X) 6 1-L1 と最終段に配置された送信部 (T X) 6 2-L1 とから構成され、かつ光伝送路 5 2-Lの先行する伝送区間と後続する伝送区間とに接続された送受信部 (R T P) 6 3-L1
- ・ 配下に接続されたルータ 5 4-1、 5 4-5その他とのインタフェースをとるインタフェース部 (I F) 6 4-11~6 4-1n
- ・ 受信部 6 1-R1、 6 1-L1の出力にそれぞれ接続された 2 つ入力端子を有し、

かつインタフェース部 6 4 -11～6 4 -1nの第一および第二の制御入力端子に接続された 2 つの出力端子を有する明示ルーティングゲート (E R G) 6 5 -1

- ・ 送信部 6 2 -R1、6 2 -L1の入力に個別に接続された 2 つの出力端子と、受信部 6 1 -R1、6 1 -L1の出力に個別に接続された 2 つの入力端子とを有する G セレクタ (S E L G) 6 6 -1
- ・ インタフェース部 6 4 -11～6 4 -1nが個別に有する第一の入出力端子と第二の入出力端子とにそれぞれ接続された 2 つの入出力端子を有するラベル付与部 6 7 -1
- ・ ラベル付与部 6 7 -1と G セレクタ 6 6 -1との段間に配置されたラベル変更部 6 8 -1
- ・ 出力がラベル付与部 6 7 -1のラベル入力に接続されたルックアップテーブル 6 9 -1
- ・ 受信部 6 1 -R1、6 1 -L1の警報出力に個別に接続された 2 つの警報入力端子を有し、かつラベル変更部 6 8 -1およびインタフェース部 6 4 -11～6 4 -1nが個別に有する制御入力端子に直結された制御出力端子に併せて、ルックアップテーブル 6 9 -1のアドレス端子に接続されたポートと、明示ルーティングゲート 6 5 -1および G セレクタ 6 6 の入出力端子にそれぞれ接続されたポートとを有する制御部 7 0 -1

なお、パケット転送装置 5 1 -2～5 1 -6の構成については、パケット転送装置 5 1 -1の構成と同じであるので、以下では、対応する構成要素に末尾の添え文字が「2」～「6」である同じ付与することとし、ここではその説明および図示を省略する。

【0 0 7 9】

図 7 は、本発明の第一の実施形態の動作を説明する図である。

以下、図 5 ～図 7 を参照して本発明の第一の実施形態の動作を説明する。

なお、本実施形態は、請求項 2、4 ～8、2 1 に記載の発明に対応する。

まず、以下では、パケット転送装置 5 1 -1～5 1 -6に共通の事項については、簡単のため、各構成要素に付加された末尾の添え番号として、「1」～「6」に代わる「C」を適用することによって記述することとする。



## 【 0 0 8 0 】

光伝送路 5 2 -R が現用の光伝送路として適用され、かつ光伝送路 5 2 -L が予備の光伝送路として適用されている状態では、パケット転送装置 5 1 -C には、コントロールロード型サービス、ギャランティー型サービスおよびベストエフォート型サービスの内、何れかのサービスの対象となり、そのサービスの形態を示す情報が後述する通りに所定フィールドに配置されると共に、図 8 に示すように、下記に列記する要素からなるパケットが光伝送路 5 2 -R の先行する伝送区間を介して与えられる。

## 【 0 0 8 1 】

なお、以下では、文言「伝送区間」は、コントロールロード型サービスあるいはギャランティー型サービスの対象となるべきパケットについては、「対応する光伝送路に予めコネクションとして確立されたパス」を意味し、反対にベストエフォート型サービスの対象となるべきパケットについては、「コネクションレス型の通信路として適用されるべき所定の光伝送路」を意味する。

## 【 0 0 8 2 】

- ・ パケットの語長を示す 1 4 ビット長の「語長サブフィールド」と、後述するパディングビットの語長を示す 2 ビット長の「パディング長サブフィールド」と、1 6 ビット長の「誤り訂正符号サブフィールド」とがパックされてなる 3 2 ビット長の「S D L<sub>M</sub>(Simplified Data Link Layer) フィールド」(図 8 (a))
- ・ 後述する 2 0 ビット長の「ラベルサブフィールド」と、3 ビット長の「インプリメントサブフィールド」(以下では、本願発明に関係がないので、詳細な説明を省略する。)と、該当するパケットがラベルスタックの末尾に該当するか否かを示す 1 ビット長の 2 値情報を示す「E O S (End of Label Stack Indication)サブフィールド」と、このパケットがルータ等によって中継された回数 T T L (Time to Live per Virtual Ring)を示す 8 ビット長の「T T L サブフィールド」とがパックされてなる 3 2 ビット長の「トランスポートラベルフィールド」(図 8 (b))
- ・ 伝送情報(後述する警報情報を含む。)が分割されてなる単一または複数の

I P パケットの列と、上述したパディングビットとがパックされてなり、かつ語長が既述の「語長サブフィールド」の値に設定された「ペイロードフィールド」

- ・ 所定の生成多項式に基づいて生成され、かつパケットの全体のビット誤りの検出および訂正に供されるべき「CRC フィールド」

また、既述の「ラベルサブフィールド」は、特定の単一の宛先に配送されるべきパケット（以下、「ユニキャストパケット」という。）に含まれる場合には、図 8 (c) に示すように、下記に列記される要素から構成される。

#### 【 0 0 8 3 】

- ・ 「ユニキャストパケット」であることを示す規定の 3 ビット長のビット列「0 0 1」からなる「フォーマットビット」
- ・ 宛先となるべきパケット転送装置（自局を含む。）に備えられ、かつ該当する「ユニキャストパケット」が与えられるべき送受信部を示す 7 ビット長のユニークな「RTP 識別子」
- ・ 宛先となるべきパケット転送装置（自局を含む。）に備えられ、上述した「RTP 識別子」で示される送受信部の配下でこの宛先となるべき端末等とのインタフェースをとるべきインタフェース部（図 6 には符号「6 4」で示される。）を示す 7 ビット長の「IF 識別子」
- ・ 該当するパケットの伝送に適用されるべきパス等を示す 3 ビット長の「仮想リング識別子」

さらに、「ラベルサブフィールド」の構成は、伝送サービスの対象となる伝送情報以外の情報であって、後述する警報その他の制御情報の配送に供されるパケット（以下、「制御パケット」という。）に含まれる場合には、図 8 (d) に示すように、「フォーマットビット」の値が「制御パケット」に対応する「0 1 1」である点を除いて同様であるので、ここでは、その詳細な説明を省略する。

#### 【 0 0 8 4 】

また、パケット転送装置 5 1 -C に備えられたルックアップテーブル 6 9 -C には、図 9 に示すように、下記の要素の組み合わせの内、システム構成として実際に存在し得る全ての組み合わせからなるレコードの列が予め局情報として登録され

る。

【0085】

- ・ 光伝送路 52 上に備えられたパケット転送装置 51-1～51-6の内、該当する「ユニキャストパケット」の送信元に該当するパケット転送装置を示す「送信元識別子」
- ・ これらのパケット転送装置 51-1～51-6の内、該当する「ユニキャストパケット」の宛先に該当し、あるいはその宛先となるべき端末等が配下に收容されたパケット転送装置を示す「宛先識別子」
- ・ 光伝送路 52-R、52-Lの伝送区間の内、障害が発生した伝送区間の有無と、その障害が発生した伝送区間を示す「故障点識別子」
- ・ これらの「送信元識別子」、「宛先識別子」および「故障点識別子」に応じて適用されるべき後続する伝送区間を示す「ルーティング情報」

なお、以下では、文言「ルーティング情報」は、コントロールロード型サービスあるいはギャランティー型サービスの対象となるべきパケットについては、「対応する光伝送路に予めコネクションとして確立されたパスの識別子」として与えられ、反対にベストエフォート型サービスの対象となるべきパケットについては、「コネクションレス型の通信路として適用されるべき所定の光伝送路の識別子」として与えられると仮定する。

【0086】

また、以下では、個々のパケットについて実際に提供されるべきサービスの形態（上述したコントロールロード型サービス、ギャランティー型サービス、ベストエフォート型サービスの何れか）については、簡単のため、上述した「送信元識別子」、「宛先識別子」、「故障点識別子」その他の何れかのフィールドに配置された情報と、これらの情報に対応付けられて予め局情報として与えられた情報との双方あるいは何れか一方として確実に与えられると仮定する。

【0087】

制御部 70-Cは、光伝送路 52-L、52-Rの何れかの伝送区間に障害が発生している期間には、その伝送区間を示す「障害点識別子」を後述する手順に基づいて求め、かつルックアップテーブル 69-Cに与えられるべきアドレスに含まれる

部分アドレスとして、この「障害点識別子」をルックアップテーブル 6 9 -C に与える。しかし、このような障害が何ら発生していない期間には、この「障害点識別子」としてその旨を示すデフォルトの値を同様に部分アドレスとしてルックアップテーブル 6 9 -C に与える。

## 【 0 0 8 8 】

また、パケット転送装置 5 1 -C では、受信部 6 1 -LC ( 6 1 -RC ) は、光伝送路 5 2 -L ( 5 2 -R ) の先行する伝送区間を介して何らかのパケットが与えられると、明示ルーティングゲート 6 5 -C および G セレクタ 6 6 -C にそのパケットを与える。

G セレクタ 6 6 -C は、このパケットに含まれる「フォーマットビット」の値が「 0 0 1 」であるか否かを判別し、その判別の結果が真である場合に限り、そのパケットを既述の「ユニキャストパケット」として識別し、かつ制御部 7 0 -C に与える。

## 【 0 0 8 9 】

明示ルーティングゲート 6 5 -C は、その「ユニキャストパケット」のラベルフィールドに含まれる R T P 識別子が自局に該当するか否かを識別し、その識別の結果が真である場合には、インタフェース部 6 4 -C1 ~ 6 4 -Cn の内、この R T P 識別子と共にラベルフィールドに含まれる I F 識別子で示されるインタフェース部を介して配下の端末やルータに、この「ユニキャストパケット」を与える。

## 【 0 0 9 0 】

また、この端末やルータによってインタフェース部 6 4 -C1 ~ 6 4 -Cn の何れかに与えられた「ユニキャストパケット」は、ラベル付与部 6 7 -1 に与えられる。

ラベル付与部 6 7 -1 は、この「ユニキャストパケット」のラベルサブフィールドに、上述したように制御部 7 0 -1 が与えるアドレスに対応つけられてルーティングテーブルに予め登録されたルーティング情報（既述の障害が発生した伝送区間に応じて後述するように更新され得る。）を付加し、かつ該当する「ユニキャストパケット」をラベル変更部 6 8 -C に与える。

## 【 0 0 9 1 】

ラベル変更部 6 8 -C は、この「ユニキャストパケット」に、「制御部 7 0 -C の

指示に応じてラベルサブフィールドを適宜更新する処理（ここでは、簡単のため、何ら更新されないと仮定する。）」を施し、かつGセクタ66-Cに与える。

【0092】

Gセクタ66-Cは、光伝送路52-L、52-Rの内、制御部70-Cの主導の下で後述するように指示された一方の光伝送路52-L（52-R）に、送信部62-LC（62-RC）を介してこの「ユニキャストパケット」を送出する。

また、明示ルーティングゲート65-Cは、上述した判別の結果が偽である場合には、その旨を制御部70に通知する。

【0093】

制御部70は、この通知が与えられた場合には、上述した「ユニキャストパケット」をラベル変更部68-Cに与える。

ラベル変更部68-CおよびGセクタ66-Cと、送信部62-LC、62-RCの何れか一方とは、このような「ユニキャストパケット」についても既述の処理を施す。したがって、光伝送路52-L（52-R）の先行する伝送区間から受信された「ユニキャストパケット」の内、宛先が自局に該当しない「ユニキャストパケット」については、光伝送路52-Lあるいは光伝送路52-Rの後続する伝送区間（または、その伝送区間に形成されたパス）を介して順次中継される。

【0094】

ところで、現用の伝送路（図7(a)に実線の矢印で示される。）として適用されている光伝送路52-Rの伝送区間の内、例えば、図5および図7に点線で示すように、パケット転送装置51-2からパケット転送装置51-3に至る伝送区間に障害（ここでは、光ファイバーが切断されたと仮定する。）が発生した場合には、パケット転送装置51-3に備えられた受信部61-R3は、この伝送区間から定常的に受信されるべき光信号が物理的に受信されない状態としてその障害を検出し、制御部70-3宛にその旨に併せて該当する伝送区間の「障害点識別子」を示す信号AIS (Alarm Indication Signal)を与える。

【0095】

制御部70-3は、ルーティングテーブルに、例えば、パケット転送装置51-3、パケット転送装置51-2および上述した伝送区間に相当する「送信元識別子」

、「宛先識別子」および「故障点識別子」をアドレスとして与える。

【0096】

さらに、制御部70-3は、上述した状態を示す警報AISに含まれる「障害点識別子」がペイロードに所定の形式で配置され、かつラベルサブフィールドの値が未定である暫定警報パケット（ただし、ここでは、簡単のため「フォーマットビット」の値が「011」に設定されると仮定する。）を生成し、かつラベル変更部68-1にその暫定警報パケットを与える。

【0097】

一方、ルーティングテーブルは上述したアドレスに対応した2つのレコードに予め個別に含まれる2つのルーティング情報を出し、かつラベル付与部67-3は、そのルーティング情報をラベル変更部68-1に与える。

なお、これらのルーティング情報は、簡単のため、宛先となるべきパケット転送装置51-1とパケット転送装置51-6とを併せて示すと仮定する。

【0098】

ラベル変更部68-3は、制御部70-3の主導の下で、上述した暫定警報パケットのラベルサブフィールドに含まれるべき「RTP識別子」および「IF識別子」に、このルーティング情報を交互に配置することによってRFI (Remote Failure Indication)である「第一の警報パケット」と「第二の警報パケット」とを生成する。

【0099】

Gセレクタ66-3は、図7(b)に点線で示すように、これらの警報パケットの内、「第一の警報パケット」については、その「第一の警報パケット」に含まれる「RTP識別子」の値に基づいて、送信部62-L3を介して光伝送路52-Lの後続する伝送区間に送信する。

また、Gセレクタ66-3は、「第二の警報パケット」については、その「第二の警報パケット」に含まれる「RTP識別子」の値に基づいて、送信部62-R3を介して光伝送路52-Rの後続する伝送区間に送信する。

【0100】

パケット転送装置51-2では、受信部61-L2は、光伝送路52-Lの先行する

伝送区間を介して与えられる「第一の警報パケット」をGセクタ66-2に与える。Gセクタ66-2は、この「第一の警報パケット」に含まれる「フォーマットビット」の値が「011」であることを識別すると、その「第一の警報パケット」を制御部70-2に与える。

【0101】

また、制御部70-2は、この「第一の警報パケット」のラベルサブフィールドに含まれるRTP識別子が自局に該当するか否かを判別し、その判別の結果が偽であることを識別すると、Gセクタ66-2および送信部62-L2を介して光伝送路52-Lの後続する伝送区間に、その「第一の警報パケット」を送出する。

さらに、制御部70-2は、ルックアップテーブル69-1に与えられるべきアドレスの一部である部分アドレスとして、この「第一の警報パケット」に含まれる「障害点識別子」を適用する。

【0102】

したがって、パケット転送装置51-2では、光伝送路52-R、52-Lの先行する伝送区間から与えられ、あるいは自装置が送信元となるユニキャストパケット（以下では、簡単のため、コントロールローデッド型サービスあるいはギャランティード型サービスの対象となると仮定する。）と制御パケットとの何れについても、送信元を示す「送信元識別子」、宛先を示す「宛先識別子」および上述した「障害点識別子」に対応してルックアップテーブル69（ルーティングテーブル）に登録されたルーティング情報に基づいて経路制御が行われ、例えば、図7(b)(1)に示すように、光伝送路の後続する伝送区間に対する送信や中継が見合わされる。

【0103】

パケット転送装置51-1では、受信部61-L1は、パケット転送装置51-2によって中継され、かつ光伝送路52-Lの先行する伝送区間を介して与えられる「第一の警報パケット」を取り込む。

Gセクタ66-1は、この「第一の警報パケット」に含まれる「フォーマットビット」の値が「011」であることを識別すると、その「第一の警報パケット」を制御部70-1に与える。

## 【0104】

また、制御部 7 0 -1 は、この「第一の警報パケット」のラベルサブフィールドに含まれる RTP 識別子が自局に該当するか否かを判別し、その判別の結果が真であることを識別すると、ルックアップテーブル 6 9 -1 に与えられるべきアドレスの内、「障害点識別子」に相当する部分アドレスとして、この「第一の警報パケット」に含まれる「障害点識別子」を適用する。

## 【0105】

したがって、パケット転送装置 5 1 -1 では、光伝送路 5 2 -R、5 2 -L の先行する伝送区間から与えられ、あるいは自装置が送信元となるユニキャストパケット（以下では、簡単のため、コントロールロード型サービスあるいはギャランティード型サービスの対象となると仮定する。）と制御パケットとの何れについても、送信元を示す「送信元識別子」、宛先を示す「宛先識別子」および上述した「障害点識別子」に対応してルックアップテーブル 6 9 （ルーティングテーブル）に登録されたルーティング情報に基づいて、経路制御が行われる（図 7 (2)）。

## 【0106】

パケット転送装置 5 1 -4 では、光伝送路 5 2 R の先行する伝送区間を介して既述の「第二の警報パケット」が与えられ、「第一の警報パケット」に応じてパケット転送装置 5 1 -2 によって行われる処理と同様の処理がその「第二の警報パケット」に応じて行われる。

さらに、パケット転送装置 5 1 -5 およびパケット転送装置 5 1 -6 では、パケット転送装置 5 1 -4 において行われる処理と同様の処理が行われる。

## 【0107】

このように本実施形態によれば、光伝送路 5 2 -R に障害が発生した場合には、その障害が発生した伝送区間に対応つけられてルックアップテーブル 6 9 -1 ~ 6 9 -6 に予め格納されたルーティングテーブルの内容に基づいて行われる明示的ルーティングに基づいて、図 1 0 に示すように、OSI のトランスポート層に相当するトランスポートラベル層において代替のパスが形成される。

## 【0108】



したがって、このような代替のパスが物理層（SONET層）において形成されていた従来例に比べて、光伝送路 5 2 -R、5 2 -Lの何れの伝送区間に障害が発生した場合であっても、パケット転送装置 5 1 -1～5 1 -6の間で多量のルーティング情報が引き渡されることなく速やかに代替のパスが確保される。

さらに、本実施形態によれば、代替のパスの確保に際してトランスポートラベルフィールドに含まれる「TTLサブフィールド」の値（中継が行われたノードの総数）が何ら更新されないで、この値の増加に応じて無用にパケットが廃棄されることが回避される。

#### 【0109】

なお、本実施形態では、「障害点識別子」に対応付けられてルックアップテーブル 6 9 -C（ルーティングテーブル）に登録されたルーティング情報が参照されている。

しかし、本発明では、このような「障害点識別子」に併せて、例えば、パケット転送装置 5 1 -Cが自立的に装置内の各部について収集した稼働状況と、先行して他のパケット転送装置から与えられた制御情報とに基づいて系の状況が所定の頻度で把握され、その結果にも適応したアドレッシングに基づいてルックアップテーブル 6 9 -C（ルーティングテーブル）が参照されてもよい。

#### 【0110】

図 1 1 は、本発明の第二および第四の実施形態の動作を説明する図である。

以下、図 5、図 6、図 8 および図 1 1 を参照して本発明の第二の実施形態の動作を説明する。

なお、本実施形態は、請求項 1、3、4、9、10 に記載の発明に対応する。

本実施形態と既述の第一の実施形態との相違点は、ルックアップテーブル 6 9 -C に格納されたルーティングテーブルの内容にある。

#### 【0111】

ルックアップテーブル 6 9 -C には、光伝送路 5 2 -L、5 2 -R の先行する伝送区間から受信され、これらの光伝送路 5 2 L、5 2 -R の後続する伝送区間に中継されるべき「ユニキャストパケット」（ここでは、簡単のため、ベストエフォート型サービスの対象となると仮定する。）について、光伝送路 5 2 -R の先行する伝

送区間から光伝送路 5 2 -L の後続する伝送区間への伝送経路の変更と、光伝送路 5 2 -L の先行する伝送区間から光伝送路 5 2 -R の後続する伝送区間への伝送経路の変更とを可能とするルーティング情報が「送信元識別子」、「宛先識別子」および「障害点識別子」に対応付けられて予め格納される。

## 【 0 1 1 2 】

制御部 7 0 -C は、光伝送路 5 2 -L、5 2 -R の何れかの先行する伝送区間から受信された個々の「ユニキャストパケット」について、既述の「送信元識別子」、「宛先識別子」、「故障点識別子」その他の何れかのフィールドに配置された情報と、これらの情報に対応付けられて予め局情報として与えられた情報との双方あるいは何れか一方に併せて、ラベルサブフィールドに含まれる R T P 識別子および I F 識別子の値を参照することによって、これらの「ユニキャストパケット」の内、ベストエフォート型のサービスの対象となり、かつ上述したように後続する伝送区間に中継されるべき「ユニキャストパケット」を識別する。

## 【 0 1 1 3 】

制御部 7 0 -C は、既述の第一の実施形態と同様の手順に基づいて求めた部分アドレスをルックアップテーブル 6 9 -C に与え、かつラベル変更部 6 8 -C に、上述したように識別された「ユニキャストパケット」の内容を順次与える。

ラベル変更部 6 8 -C は、第一の実施形態と同様にしてルックアップテーブル 6 9 -C および G セレクタ 6 6 C と送信部 6 2 -RC（あるいは送信部 6 2 -LC）と連係することによって、光伝送路 5 2 -R、5 2 -L の内、代替の伝送路となるべき何れか一方の光伝送路にこの「ユニキャストパケット」に送信することによって、コネクションレス型サービスとして中継を行う。

## 【 0 1 1 4 】

すなわち、光伝送路 5 2 -L、5 2 -R の何れかの先行する伝送区間を介して与えられ、かつベストエフォート型サービスの対象であって自装置の配下に接続された何れのルータや端末の何れもが宛先に該当しない「ユニキャストパケット」は、トランスポートラベル層においてループバックを可能とする光伝送路を介して伝送されることによって、障害が発生した伝送区間を介することなく所望の宛先宛に確度高く伝送される。

## 【0115】

したがって、図11(a)に示すように、パケット転送装置51-1によって光伝送路52-Rに送出され、かつパケット転送装置51-2、51-3が行う中継の下でパケット転送装置51-4の配下に収容されたルータや端末宛に伝送されるべき「ユニキャストパケット」は、例えば、図11(b)に示すように、障害が発生した光伝送路52-Rの伝送区間の上流側に配置されたパケット転送装置51-2において、伝送経路が光伝送路52-Lに変更され、かつ送信元であるパケット転送装置51-1だけではなく、パケット転送装置51-6、51-5によって行われる中継の下でパケット転送装置51-4に確度高く伝達される。

## 【0116】

上述した第一および第二の実施形態では、コントロールロード型サービスあるいはギャランティー型サービスの対象となるユニキャストパケットと、ベストエフォート型サービスの対象となるユニキャストパケットとの何れか一方のみがそれぞれ識別され、かつ既述の処理に基づいて障害が発生した伝送区間を代替するパスや伝送路が明示的ルーティングあるいはループバックに基づいて選択されている。

## 【0117】

しかし、本発明は、このような構成に限定されず、例えば、先行する伝送区間から与えられたパケットの何れかのフィールドに配置された情報と、予め与えられた局情報との双方あるいは何れか一方に基づいて上述した明示的ルーティングとループバックとに基づく代替のパスや伝送路の選択が確実に行うことができるならば、上述した第一および第二の実施形態が併せて実施されてもよい。

## 【0118】

以下、図5および図6を参照して本発明の第三の実施形態の動作を説明する。

なお、本実施形態は、請求項12、23に記載の発明に対応する。

本実施形態と既述の第一の実施形態との相違点は、パケット転送装置51-Cに、Gセレクタ66-Cに代わるGセレクタ66A-Cと、制御部70-Cに代わる制御部70A-Cとが備えられ、かつ後述するルーティングテーブルがルックアップテーブル69-Cに予め登録された点にある。

## 【0119】

パケット転送装置51-Cでは、ルックアップテーブル69-Cには、配下に収容されたルータや端末、あるいは自装置（制御部70-C）が送信元である「ユニキャストパケット」について、再送信に際して適用されるべきルーティング情報が「障害点識別子」に予め対応付けられて登録された点で、第一の実施形態と異なるルーティングテーブルが格納される。

## 【0120】

Gセクタ66A-Cは、その内部に図示されないバッファメモリを有し、送信部62L-C、62R-Cを介して光伝送路52-L、52-Rの後続する伝送区間に送出されたパケットを所定の数に亘ってこのバッファメモリに蓄積する。

制御部70A-Cは、受信部61-LC、61-RCを介して光伝送路52-L、52-Rの先行する伝送区間から受信され、かつGセクタ66A-Cを介して与えられた「ユニキャストパケット」を取り込む度に、その「ユニキャストパケット」の所定のフィールドに含まれ、かつ順序制御に供されるべき「シーケンス番号」の最新の値を取得する。

## 【0121】

また、制御部70-Cは、既述の通り光伝送路52-R、52-Lの後続する伝送区間にそれぞれ送出すべき「第一の警報パケット」と「第二の警報パケット」との所定のフィールドに、このような「シーケンス番号」の最新の値を付加する。

制御部70A-Cは、これらの「第一の警報パケット」あるいは「第二の警報パケット」を識別すると、該当する警報パケットに含まれる「シーケンス番号」を抽出してGセクタ66A-Cに与える。

## 【0122】

Gセクタ66A-Cは、先行してバッファメモリに蓄積されたパケットの内、上述した「シーケンス番号」を含むパケットと、そのパケットに後続して送信された全てのパケットの内容を制御部70A-Cに与える。

制御部70-Cは、既述の第一の実施形態と同様の手順に基づいて求めた部分アドレスをルックアップテーブル69-Cに与え、かつラベル変更部68-Cに、これらのパケットの内容を送信が行われた時系列の順に与える。

## 【 0 1 2 3 】

ラベル変更部 6 8 -C は、第一の実施形態と同様にルックアップテーブル 6 9 -C および G セクタ 6 6 A -C と、送信部 6 2 -RC (あるいは送信部 6 2 -LC) と関係することによって、光伝送路 5 2 -R、5 2 -L の内、代替のパスが形成された何れか一方に上述したパケットを再送信する。

G セクタ 6 6 A -C は、これらのパケットの再送信が完了すると、制御部 7 0 -C にその旨を示す通知を与える。

## 【 0 1 2 4 】

制御部 7 0 A -C は、この通知を識別すると、後続して送信され、あるいは中継されるべきパケットにかかわる処理を第一の実施形態と同様に行う。

すなわち、パケット転送装置 5 1 -C は、自装置が送信元であるパケットについては、光伝送路 5 2 -L、5 2 -R の何れかの伝送区間に障害が発生した時点以降に送信を完了したパケットであっても、第一の実施形態と同様にして形成された代替のパスに対して確実に再送信を行う。

## 【 0 1 2 5 】

したがって、本発明は、パケット転送装置 5 1 -C から送信されたパケットが代替のパスを迂回する過程で T T L の値の超過等に起因して廃棄され得るベストエフォート型の通信サービスだけではなく、このようなパケットの廃棄が許容されないギャランティード型の通信サービスに対する適用も可能となる。

以下、図 5、図 6、図 8 および図 1 1 を参照して本発明の第四の実施形態の動作を説明する。

## 【 0 1 2 6 】

なお、本実施形態は、請求項 1 1 に記載の発明に対応する。

本実施形態と既述の第一ないし第三の実施形態との相違点は、パケット転送装置 5 1 -1、5 1 -3 にそれぞれ備えられたルックアップテーブル 6 9 -1、6 9 -3 に予め格納されたルーティングテーブルの内容にある。

パケット転送装置 5 1 -1 に備えられたルックアップテーブル 6 9 -1 には、「故障点識別子」がパケット転送装置 5 1 -2 からパケット転送装置 5 1 -3 に至る光伝送路 5 2 -R の伝送区間を示す場合であっても、「宛先識別子」がパケット転送装

置 5 1-2、あるいはそのパケット転送装置 5 1-2の配下に接続されたルータや端末を示す限り、「送信元識別子」の如何にかかわらず、該当する「ユニキャストパケット」が送信されるべき後続する伝送区間として光伝送路 5 2-Rが選択されるべき旨を示すルーティング情報が予め登録される。

【0127】

また、パケット転送装置 5 1-3に備えられたルックアップテーブル 6 9-3には、「故障点識別子」がパケット転送装置 5 1-2からパケット転送装置 5 1-3に至る光伝送路 5 2-Rの伝送区間を示す場合であっても、「送信元識別子」がパケット転送装置 5 1-3、あるいはそのパケット転送装置 5 1-3の配下に接続されたルータや端末を示す限り、「宛先識別子」の如何にかかわらず、該当する「ユニキャストパケット」が送信されるべき後続する伝送区間として光伝送路 5 2-Rが選択されるべき旨を示すルーティング情報が予め登録される。

【0128】

なお、パケット転送装置 5 1-1、5 1-3の各部が連係することによって上述したルーティング情報に基づいて行う処理の手順については、既述の第一ないし第三の実施形態に行われる処理の手順と同じであるので、ここでは、その説明を省略する。

このように本実施形態によれば、第一ないし第三の実施形態に比べて、光伝送路 5 2-Rの伝送区間の内、障害が発生した伝送区間以外の伝送区間が所望のパケットの伝送に有効に活用される。

【0129】

したがって、パケット転送装置 5 1-4からパケット転送装置 5 1-5、5 1-6、5 1-1を介してパケット転送装置 5 1-2に至る何れの区間におけるパケットの伝送についても、伝送方向が反対である光伝送路 5 2-Lを介して伝送される場合に比べて効率的に行われる。

さらに、上述した障害の発生に応じて光伝送路 5 2-Lにトランスポートラベル層で形成された代替パスのトラヒック量は、光伝送路 5 2-Rが如何なるパケットの伝送にも供されない場合に比べて、大幅に小さな値に抑えられる。

【0130】

図 1 2 は、本発明の第五実施形態の動作を説明する図である。

以下、図 5、図 6 および図 1 2 を参照して本発明の第五の実施形態の動作を説明する。

なお、本実施形態は、請求項 1 3 ～ 1 5 に記載の発明に対応する。

本実施形態と既述の第一ないし第四の実施形態との相違点は、パケット転送装置 5 1 -C において制御部 7 0 -C が行う下記の処理の手順にある。

【 0 1 3 1 】

パケット転送装置 5 1 -C では、明示ルーティングゲート 6 5 -C には、送受信部 6 3 -LC と送受信部 6 3 -RC とにそれぞれ対応したサブモジュール (SM) 6 5 S -LC、6 5 S -RC が備えられる。

また、G セレクタ 6 6 -C には、送受信部 6 3 -LC と送受信部 6 3 -RC とにそれぞれ対応したサブモジュール 6 6 S -LC、6 6 S -RC が備えられる。

【 0 1 3 2 】

制御部 7 0 -C は、光伝送路 5 2 -L に対応した送受信部 6 3 -LC およびサブモジュール 6 5 S -LC、6 6 -LC からなる第一の組み合わせと、光伝送路 5 2 -R に対応した送受信部 6 3 -RC およびサブモジュール 6 5 S -RC、6 6 -RC からなる第二の組み合わせとの双方について、稼働状況が正常であるか否かを所定の頻度および基準に基づいて監視する。

【 0 1 3 3 】

さらに、制御部 7 0 -C は、このような監視の結果に基づいて第一および第二の組み合わせの双方が正常に稼働している状態が継続する限り、既述の第一ないし第四の実施形態と同様の処理を行う。

しかし、制御部 7 0 -C これらの第一の組み合わせと第二の組み合わせとの何れかの稼働状況が不正常であることを識別した場合には、上述した監視の結果に基づいて、その状態を下記の 4 つの障害、もしくはこれらの障害の組み合わせとして把握する。

【 0 1 3 4 】

- ・ 送受信部 6 3 -LC に含まれる受信部 6 1 -LC と、サブモジュール 6 5 S -LC、6 6 -LC との何れかの稼働状況が不正常である「L 受信系障害」

- ・ 送受信部 63-LCに含まれる送信部 62-LCと、サブモジュール 65 S-LC、66-LCとの何れかの稼働状況が不正常である「L送信系障害」
- ・ 送受信部 63-RCに含まれる受信部 61-RCと、サブモジュール 65 S-RC、66-RCとの何れかの稼働状況が不正常である「R受信系障害」
- ・ 送受信部 63-RCに含まれる送信部 62-RCと、サブモジュール 65 S-RC、66-RCとの何れかの稼働状況が不正常である「R送信系障害」

また、本実施形態では、「故障点識別子」は、光伝送路 52-R、52-Lの伝送区間の内、障害が発生した伝送区間の有無と、その障害が発生した伝送区間とに併せて、上述した4つの障害の内、実際に発生した障害との個々の組み合わせを意味する。

#### 【0135】

さらに、ルックアップテーブル 69-Cには、図13に網掛けを付して示すように、図9に示すルーティングテーブルに含まれる「送信元識別子」と「宛先識別子」とにそれぞれ等しい「送信元識別子」と「宛先識別子」と、上述した「故障点識別子」との組み合わせの内、システム構成の下で実在し得る全ての組み合わせに適応した「後続する伝送区間（パス）」を示す「ルーティング情報」からなるレコードの列が予め登録される。

#### 【0136】

ところで、パケット転送装置 51-3では、制御部 70-3は、上述した4つの障害の何れかを識別した場合には、ルーティングテーブル 69-3に、例えば、パケット転送装置 51-3、パケット転送装置 51-2および上述した「R受信系障害」にそれぞれ相当する「送信元識別子」、「宛先識別子」および「故障点識別子」をアドレスとして与える。

#### 【0137】

さらに、制御部 70-3は、この「障害点識別子」がペイロードに所定の形式で配置され、かつラベルサブフィールドの値が未定である暫定 FNM (Fault Notification Message) パケットを生成し、かつラベル変更部 68-3にその暫定 FNM パケットを与える。なお、このような暫定 FNM パケットの「フレームビット」については、値が「011」とであると仮定する。



## 【 0 1 3 8 】

一方、ルックアップテーブル 6 9 -3 は、上述したアドレスに対応した単一または複数（ここでは、簡単のため、「2」であると仮定する。）のレコードが予め格納され、これらのレコードに個別に含まれるルーティング情報を出力する。

また、ラベル付与部 6 7 -3 は、そのルーティング情報をラベル変更部 6 8 -3 に与える。

## 【 0 1 3 9 】

ラベル変更部 6 8 -3 は、制御部 7 0 -3 の主導の下で、上述した暫定 FNM パケットのラベルサブフィールドに含まれるべき「RTP 識別子」および「IF 識別子」に、このルーティング情報を配置することによって、RFI (Remote Failure Indication) である「第一の FNM パケット」（上述したレコードの数が「2」である場合には、「第二の FNM パケット」も併せて）を生成する。

## 【 0 1 4 0 】

なお、このようなルーティング情報には、対応する「障害点識別子」で示される障害に既述の「L 送信系障害」が含まれる場合には、「第一の FNM パケット」のラベルサブフィールドに含まれるべき「RTP 識別子」は定義されない。

また、このルーティング情報には、対応する「障害点識別子」で示される障害に既述の「R 送信系障害」が含まれる場合には、「第二の FNM パケット」のラベルサブフィールドに含まれるべき「RTP 識別子」は定義されない。

## 【 0 1 4 1 】

G セレクタ 6 6 -3 は、これらの FNM パケットの内、「第一の FNM パケット」については、その「第一の FNM パケット」に含まれる「RTP 識別子」の値に基づいて、送信部 6 2 -L3 を介して光伝送路 5 2 -L の後続する伝送区間に送信する。

また、G セレクタ 6 6 -3 は、「第二の FNM パケット」については、その「第二の FNM パケット」に含まれる「RTP 識別子」の値に基づいて、送信部 6 2 -R3 を介して光伝送路 5 2 -R の後続する伝送区間に送信する。

## 【 0 1 4 2 】

パケット転送装置 5 1 -1 ～ 5 1 -6 の内、パケット転送装置 5 1 -3 以外のパケッ

ト転送装置（以下、簡単のため、添え文字「1」、「2」、「4」、「5」、「6」の何れかを示す添え文字「r」が付加された符号「5 1-r」を付与する。）では、制御部 7 0-r は、既述の第一の実施形態と同様にして、送受信部 6 3-Rr、6 3-Lr、明示ルーティングゲート 6 5-r、Gセクタ 6 6-r、ラベル付与部 6 7-r、ラベル変更部 6 8-r およびルックアップテーブル 6 9-r と関係することによって、「第一の FNM パケット」と「第二の FNM パケット」との何れか一方あるいは双方を受信する。

#### 【 0 1 4 3 】

さらに、制御部 7 0-r は、これらの「FNM パケット」のペイロードに配置された「障害識別子」を抽出し、この「障害識別子」で示される障害に上述した 4 つの障害の何れかが含まれる場合には、ルックアップテーブル 6 9-r に予め格納されたルーティングテーブルの内容に基づいて下記の処理を行う。

#### (1) 「障害識別子」で示される障害に「L 受信系故障」が含まれる場合

光伝送路 5 2-L の伝送区間の内、パケット転送装置 5 1-4 からパケット転送装置 5 1-3 に至る伝送区間の障害の復旧に必要な代替パスをトランスポートラベル層で形成する処理

#### (2) 「障害識別子」で示される障害に「L 送信系故障」が含まれる場合

光伝送路 5 2-L の伝送区間の内、パケット転送装置 5 1-3 からパケット転送装置 5 1-2 に至る伝送区間の障害の復旧に必要な代替パスをトランスポートラベル層で形成する処理

#### (3) 「障害識別子」で示される障害に「R 受信系故障」が含まれる場合

光伝送路 5 2-R の伝送区間の内、パケット転送装置 5 1-2 からパケット転送装置 5 1-3 に至る伝送区間の障害の復旧に必要な代替パスをトランスポートラベル層で形成する処理

#### (4) 「障害識別子」で示される障害に「R 送信系故障」が含まれる場合

光伝送路 5 2-R の伝送区間の内、パケット転送装置 5 1-3 からパケット転送装置 5 1-4 に至る伝送区間の障害の復旧に必要な代替パスをトランスポートラベル層で形成する処理

すなわち、光伝送路 5 2-R、5 2-L との個別のインタフェースをとる送受信部

6 3 -RC、6 3 -LC、明示ルーティングゲート 6 5 -C および G セクタ 6 6 -C の何れかに障害が発生した場合であっても、図 1 2 に示すように、その障害の態様に適応した代替のパスが既述の第一の実施形態と同様にトランスポートラベル層において形成される。

【 0 1 4 4 】

したがって、このような代替のパスが物理層（SONET 層）において形成されていた従来例に比べて、送受信部 6 3 -RC、6 3 -LC の何れに障害が発生した場合であっても、パケット転送装置 5 1 -1 ～ 5 1 -6 の間で多量のルーティング情報が引き渡されることなく速やかに代替のパスが確保される。

さらに、本実施形態によれば、代替のパスの確保に際してトランスポートラベルフィールドに含まれる「TTL サブフィールド」の値（中継が行われたノードの総数）が何ら更新されないで、この値の増加に応じて行われるパケットの無用な廃棄が回避される。

【 0 1 4 5 】

図 1 4 は、本発明の第六および第七の実施形態の動作を説明する図である。

以下、図 5、図 6 および図 1 4 を参照して本発明の第七の実施形態の動作を説明する。

なお、本実施形態は、請求項 1 8 ～ 2 0 に記載の発明に対応する。

本実施形態と既述の第五の実施形態との相違点は、ルックアップテーブル 6 9 -C に格納されたルーティングテーブルの内容にある。

【 0 1 4 6 】

ルックアップテーブル 6 9 -C には、光伝送路 5 2 -L、5 2 -R の何れかの先行する伝送区間から受信され、これらの光伝送路 5 2 L、5 2 -R の後続する伝送区間に中継されるべき「ユニキャストパケット」についても、光伝送路 5 2 -R の先行する伝送区間から光伝送路 5 2 -L の後続する伝送区間への伝送経路の変更と、光伝送路 5 2 -L の先行する伝送区間から光伝送路 5 2 -R の後続する伝送区間への伝送経路の変更とを意味するルーティング情報が「送信元識別子」、「宛先識別子」および「障害点識別子」に対応付けられて予め格納される。

【 0 1 4 7 】

制御部 7 0 -C は、光伝送路 5 2 -L、5 2 -R の何れかの先行する伝送区間から受信された「ユニキャストパケット」の内、ラベルサブフィールドに含まれる R T P 識別子および I F 識別子の値に基づいて上述したように後続する伝送区間に中継されるべき「ユニキャストパケット」を識別する。

制御部 7 0 -C は、既述の第五（第一）の実施形態と同様の手順に基づいて求めた部分アドレスをルックアップテーブル 6 9 -C に与え、かつラベル変更部 6 8 -C に、上述したように識別された「ユニキャストパケット」の内容を順次与える。

【 0 1 4 8 】

ラベル変更部 6 8 -C は、第五の実施形態と同様にしてルックアップテーブル 6 9 -C および G セレクタ 6 6 C と、送信部 6 2 -RC（あるいは送信部 6 2 -LC）と関係することによって、光伝送路 5 2 -R、5 2 -L の内、代替のパスがトランスポートラベル層で形成された何れか一方にこの「ユニキャストパケット」に送信することによって、中継を行う。

【 0 1 4 9 】

すなわち、パケット転送装置 5 1 -C は、光伝送路 5 2 -L、5 2 -R の何れかの先行する伝送区間を介して与えられる。

さらに、自装置の配下に接続された何れのルータや端末が宛先に該当しない「ユニキャストパケット」は、トランスポートラベル層においてループバックを可能とする代替の伝送路を介して伝送されることによって、障害が発生した伝送区間を介することなく所望の宛先宛に確度高く伝送される。

【 0 1 5 0 】

したがって、図 1 4 (a) に示すように、パケット転送装置 5 1 -1 によって光伝送路 5 2 -R に送出され、かつパケット転送装置 5 1 -2、5 1 -3 が行う中継の下でパケット転送装置 5 1 -4 の配下に収容されたルータや端末宛に伝送されるべき「ユニキャストパケット」については、例えば、同図 1 4 (b) に実線の太線で示すように、障害が発生した光伝送路 5 2 -R の伝送区間の上流側に配置されたパケット転送装置 5 1 -2 において、伝送経路が光伝送路 5 2 -L に変更され、かつ送信元であるパケット転送装置 5 1 -1 だけではなく、パケット転送装置 5 1 -6、5 1 -5 によって行われる中継の下でパケット転送装置 5 1 -4 に確度高く伝送される。

【 0 1 5 1 】

なお、上述した第五および第六の実施形態は、提供されるべき通信サービスの形態がベストエフォート型であることを前提として記述されている。

しかし、これらの実施形態は、以下に列記する条件の下では、ギャランティード型の通信サービスが提供されるべき場合にも、同様に適用が可能である。

- ・ 既述の第二の実施形態と同様に、パケット転送装置 5 1 -C に、G セレクタ 6 6 -C に代わる G セレクタ 6 6 A -C と、制御部 7 0 -C に代わる制御部 7 0 A -C とが備えられる。

【 0 1 5 2 】

- ・ パケット転送装置 5 1 -C の配下に收容されたルータや端末、あるいは自装置（制御部 7 0 -C）が送信元である「ユニキャストパケット」について、再送信に際して適用されるべきルーティング情報が「障害点識別子」に予め対応付けられて登録される。
- ・ 各部が第二の実施形態と同様にして連係する。

【 0 1 5 3 】

以下、図 5、図 6 および図 1 3 を参照して本発明の第七の実施形態の動作を説明する。

なお、本実施形態は、請求項 1 6、1 7 に記載の発明に対応する。

本実施形態と既述の第五および第六の実施形態との相違点は、パケット転送装置 5 1 -1、5 1 -3 にそれぞれ備えられたルックアップテーブル 6 9 -1、6 9 -3 に後述するように予め格納されたルーティングテーブルの内容にある。

【 0 1 5 4 】

ルックアップテーブル 6 9 -1 には、「故障点識別子」が『パケット転送装置 5 1 -3 において生じた障害の態様が「R 受信系障害」に相当し、あるいはパケット転送装置 5 1 -2 において生じた障害の態様が「R 送信系障害」に相当する』場合であっても、「宛先識別子」がパケット転送装置 5 1 -2、あるいはそのパケット転送装置 5 1 -2 の配下に接続されたルータや端末を示す限り、「送信元識別子」の如何にかかわらず、該当する「ユニキャストパケット」が送信されるべき後続する伝送路として光伝送路 5 2 -R が選択されるべき旨を示すルーティング情報が

予め登録される。

【0155】

また、ルックアップテーブル69-3には、「故障点識別子」が『パケット転送装置51-3において生じた障害の態様が「R受信系障害」に相当し、あるいはパケット転送装置51-2において生じた障害の態様が「R送信系障害」に相当する』場合であっても、「送信元識別子」がパケット転送装置51-3、あるいはそのパケット転送装置51-3の配下に接続されたルータや端末を示す限り、「宛先識別子」の如何にかかわらず、該当する「ユニキャストパケット」が送信されるべき後続する伝送路として光伝送路52-Rが選択されるべき旨を示すルーティング情報が予め登録される。

【0156】

なお、パケット転送装置51-1、51-3の各部が連係することによって上述したルーティング情報に基づいて行う処理の手順については、既述の第五および第六の実施形態において行われる処理の手順と同じであるので、ここでは、その説明を省略する。

このように本実施形態によれば、第五および第六の実施形態に比べて、光伝送路52-Rの伝送区間の内、上述した「R受信系障害」や「R送信系障害」が発生した状態であっても正常である他の伝送区間が所望のパケットの伝送に有効に活用される。

【0157】

したがって、パケット転送装置51-4からパケット転送装置51-5、51-6、51-1を介してパケット転送装置51-2に至る何れの区間におけるパケットの伝送についても、伝送方向が反対である光伝送路52-Lを介して伝送される場合に比べて効率的に行われる。

さらに、上述した障害の発生に応じて光伝送路52-Lにトランスポートラベル層で形成された代替パスのトラヒック量は、光伝送路52-Rが並行して如何なるパケットの伝送にも供されない場合に比べて、大幅に小さな値に抑えられる。

【0158】

なお、上述した各実施形態では、「ユニキャストパケット」のみが伝送サービ

スの対象となっている。

しかし、本発明は、このような「ユニキャストパケット」に限定されず、例えば、図 8 に点線で示すように、フォーマットビットの値が「0 1 0」に設定され、かつ既述の I F 識別子と仮想リング識別子とに代えて 1 0 ビット長の「マルチグループ識別子」がラベルサブフィールドに配置されてなる「マルチキャストパケット」の伝送にも、同様に適用が可能である。

【0 1 5 9】

また、上述した各実施形態では、パケット転送装置 5 1 -1 ~ 5 1 -6 の各部が既述の通りに関係する専用のハードウェアから構成されている。

しかし、これらのパケット転送装置 5 1 -1 ~ 5 1 -6 については、その一部もしくは全てが単数または複数のプロセッサ（D S P であってもよく、マイクロプログラム制御の下で作動する専用のハードウェアであってもよい。）から構成され、あるいは如何なる形態で負荷や機能の分散が図られてもよい。

【0 1 6 0】

さらに、上述した各実施形態では、二重化され、かつ伝送の方向が互いに反対である環状の光伝送路 5 2 -R、5 2 -L に本発明にかかわるパケット転送装置が接続されている。

しかし、本発明は、このような光伝送路 5 2 -R、5 2 -L に限定されず、メタリックな伝送路および無線伝送路にも適用が可能であり、冗長に構成された伝送路であるならば、そのトポロジーも如何なるものであってもよい。

【0 1 6 1】

さらに、本発明は、二重化された伝送に限定されず、如何なる形態で冗長に構成され、あるいは負荷分散が図られた伝送路にも同様に適用が可能である。

【0 1 6 2】

【発明の効果】

上述したように請求項 1 に記載の発明では、個々の伝送区間の伝送帯域は、ベストエフォート型サービスのように、伝送路におけるパケットの欠落や廃棄が許容されることが上述したパケットの属性として識別される限り、発生が予測できない障害に介して代替のパスを形成するために予約されることなく、通常の伝送

サービスに有効に利用される。

【 0 1 6 3 】

また、何らか伝送路の後続する伝送区間に障害が発生した場合であっても、その伝送区間を代替する伝送路を介して該当するパケットが中継されることによって低下し得るサービス品質は、回線の構成、伝送速度、各伝送区間におけるトラヒックの分布および並行して障害が発生した伝送区間の組み合わせが予め適正に設定される限り、高く維持される。

【 0 1 6 4 】

請求項 2 に記載の発明では、予備のパスは、障害が何ら発生していない状態であっても伝送帯域の一部が予約されることによって確実に形成され、さらに、後続する伝送区間に障害が発生した現用のパスに代えて、速やかに、かつ確度高くパケットの中継に供される。

また、複数の伝送路の伝送帯域の内、このような予備のパスに割り付けられた伝送帯域以外の伝送帯域は、これらの伝送路の伝送帯域の総和に対して占める比率が実際に生じ得るトラヒックの分布に対して適切である限り、伝送効率や伝送品質が著しく劣化することなく、伝送サービスに有効に利用される。

【 0 1 6 5 】

請求項 3 に記載の発明では、障害が発生した伝送区間を代替し得る伝送路あるいはパスは、中継されるべきパケットの伝送が行われるべきベストエフォート型、コントロールロード型、ギャランティード型等のサービスの形態に適応した形態で取得され、あるいは確保される。

本願発明は、多様な形態の通信サービスが提供されるべき通信システムに対しても適用が可能となる。

【 0 1 6 6 】

請求項 4 に記載の発明は、二重化された環状の伝送路を介してコネクションレスサービスとしてパケットの伝送が行われる伝送系に対しても適用が可能となる。

請求項 5 に記載の発明は、二重化された環状の伝送路を介してコネクション型の通信サービスとしてパケットの伝送が行われる伝送系に対しても適用が可能と



なる。

【 0 1 6 7 】

請求項 6 に記載の発明では、障害が発生した伝送路は、物理層より上位の所望の層において他のノードに至るパスの形成に有効に活用される。

請求項 7 に記載の発明では、伝送路の後続する伝送区間を介して接続された個々のノードは、障害が発生した伝送路を特定することによって、物理層より上位の所望の層における正常なパスの形成に有効に活用される。

【 0 1 6 8 】

請求項 8 に記載の発明では、伝送路の内、何らかの障害が発生した伝送路に代替が可能な他の伝送路が物理層において選定される場合に比べて、通信サービス、保守および運用に適応した形態で、その障害が発生した伝送路の正常な伝送区間の有効利用が可能となる。

請求項 9、18 に記載の発明では、伝送効率が高められ、かつ資源の有効利用が図られる。

【 0 1 6 9 】

請求項 10 に記載の発明では、伝送路の伝送区間の内、並行して何らかの障害が発生し、かつ復旧していない伝送区間の数および組み合わせが如何なるものであっても、所望のパケットの宛先との間にトランスポートラベル層において正常なパスが形成されることが保証される後続する伝送区間に対して、そのパケットの送信が行われる。

【 0 1 7 0 】

請求項 11 に記載の発明では、代替のパスのトラヒックの増加が抑制され、かつランニングコストの削減に併せてサービス品質の向上が図られる。

請求項 12 に記載の発明では、先行して送信され、かつ宛先に対する伝達が完了していないパケットの送信元は、伝送路の伝送区間の何れかに生じた障害に応じて代替のパスに再送信されるべきパケットを確度高く識別することができる。

【 0 1 7 1 】

請求項 13 に記載の発明では、伝送路の伝送区間の内、障害が発生したインタフェース手段に直結された先行する伝送区間と後続する伝送区間との双方あるい

は何れか一方と異なる伝送区間は、上述した他のノードによって物理層より上位の所望の層において活用される。

【 0 1 7 2 】

請求項 1 4 に記載の発明では、障害が発生したインタフェース手段に直結された先行する伝送区間および後続する伝送区間以外の正常な後続する伝送区間を介して接続された個々のノードは、この障害が発生した伝送区間を特定することによって、物理層より上位の所望の層において、正常である伝送区間を有効に活用することができる。

【 0 1 7 3 】

請求項 1 5 に記載の発明では、障害が発生した伝送路に代替が可能な他の伝送路が物理層において選定される場合に比べて、通信サービス、保守および運用に適応した形態で、その障害が発生した伝送路の正常な伝送区間の有効利用が図られる。

請求項 1 6 に記載の発明では、障害が発生したインタフェース手段に直結された先行する伝送区間であっても、その障害の態様に応じてこの伝送区間を介して与えられるパケットの受信が可能となる。

【 0 1 7 4 】

請求項 1 7 に記載の発明では、障害が発生したインタフェース手段に直結された後続する伝送区間であっても、その障害の態様に応じてこの伝送区間に対するパケットの送信が可能となる。

請求項 1 8 に記載の発明では、複数のインタフェース手段に並行して何らかの障害が発生し、かつ復旧していない伝送区間の数および組み合わせが如何なるものであっても、所望のパケットの宛先との間にトランスポートラベル層で形成される正常なパスに対してそのパケットの送信が可能となる。

【 0 1 7 5 】

請求項 1 9 に記載の発明では、インタフェース手段の何れかの故障に応じて形成された代替のパスのトラヒックの増加が抑制され、かつランニングコストの削減に併せてサービス品質の向上が図られる。

請求項 2 0 に記載の発明では、既に送信したパケットと、後続して送信すべき

パケットとの双方あるいは何れか一方のルーティングを行うことによって、伝送路やインタフェース手段に生じた障害に対する復旧を図ることができる。

【0176】

請求項21に記載の発明では、個々のパケットの送信元であるノードは、警報パケットに付加された組み合わせを識別できる限り、既述の障害が発生したときに、これらのパケットを所望の方路に再送信することができる。

請求項22に記載の発明は、ギャランティード型の伝送サービスが提供されるべきデータ伝送系に対する適用が可能となる。

【0177】

したがって、これらの発明が適用されたデータ伝送系では、網および伝送路の多様な構成に対する柔軟な適応が可能となり、かつ運用効率に併せて総合的な信頼性が高められる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明にかかわる第一のパケット転送装置の原理ブロック図である。

【図2】

本発明にかかわる第二のパケット転送装置の原理ブロック図である。

【図3】

本発明にかかわる第三のパケット転送装置の原理ブロック図である。

【図4】

本発明にかかわる第四のパケット転送装置の原理ブロック図である。

【図5】

本発明の実施形態を示す図である。

【図6】

パケット転送装置の詳細な構成を示す図である。

【図7】

本発明の第一の実施形態の動作を説明する図である。

【図8】

パケットの構成を示す図である。

【図 9】

本発明の第一および第二の実施形態に適用されたルーティングテーブルの構成を示す図である。

【図 10】

本実施形態におけるプロトコルスタックを示す図である。

【図 11】

本発明の第二および第四の実施形態の動作を説明する図である。

【図 12】

本発明の第五の実施形態の動作を説明する図である。

【図 13】

本発明の第六および第七の実施形態に適用されたルーティングテーブルの構成を示す図である。

【図 14】

本発明の第六および第七の実施形態の動作を説明する図である。

【図 15】

広域網として構築された IP ネットワークの構成例を示す図である。

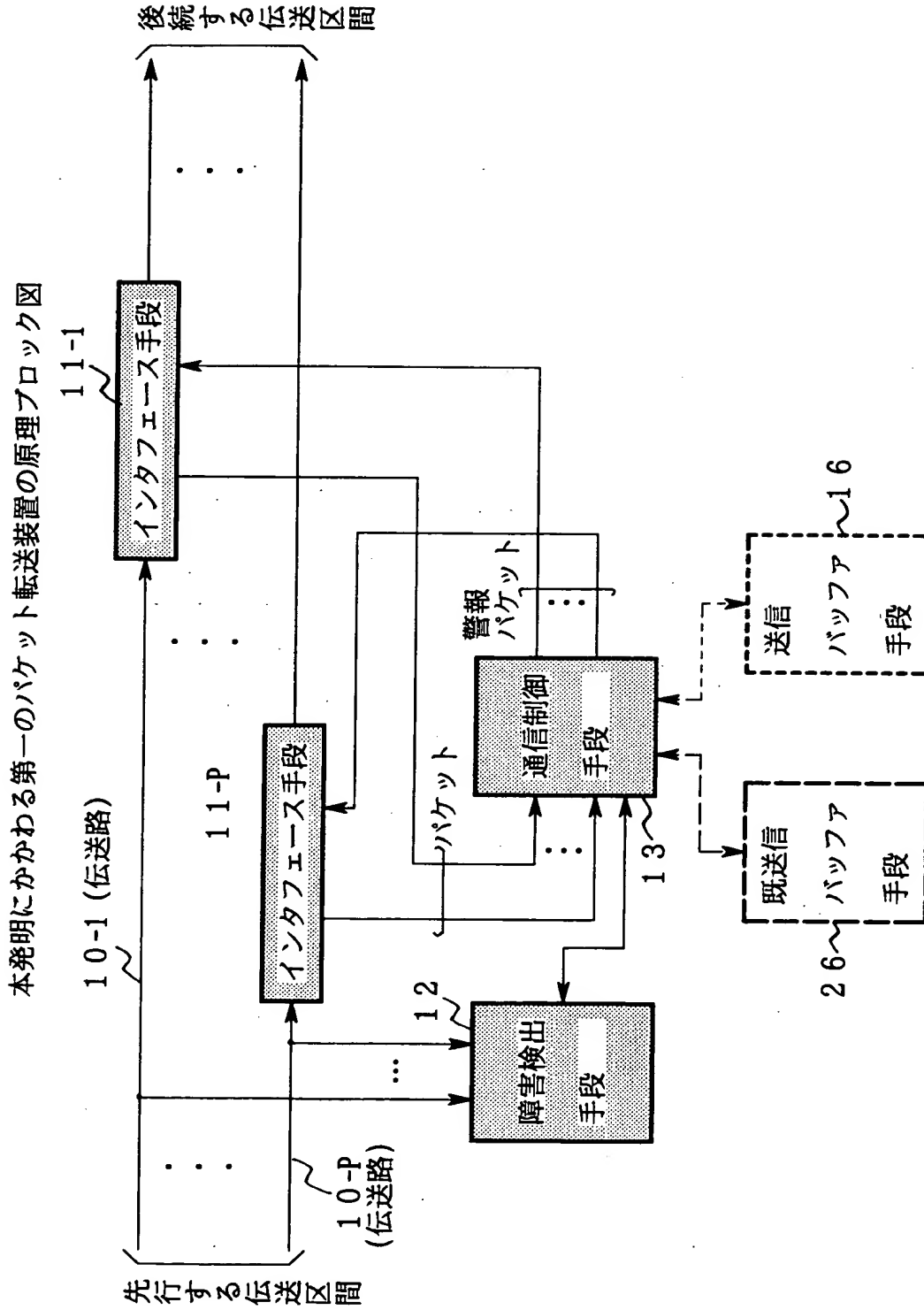
【符号の説明】

- 10 伝送路
- 11 インタフェース手段
- 12, 21 障害検出手段
- 13, 15, 22, 24 通信制御手段
- 14, 23 記憶手段
- 16, 25 送信バッファ手段
- 26 既送信バッファ手段
- 51 パケット転送装置
- 52 光伝送路
- 53-1 第一の IP ルーティング網
- 53-2 第二の IP ルーティング網
- 53-3 第三の IP ルーティング網

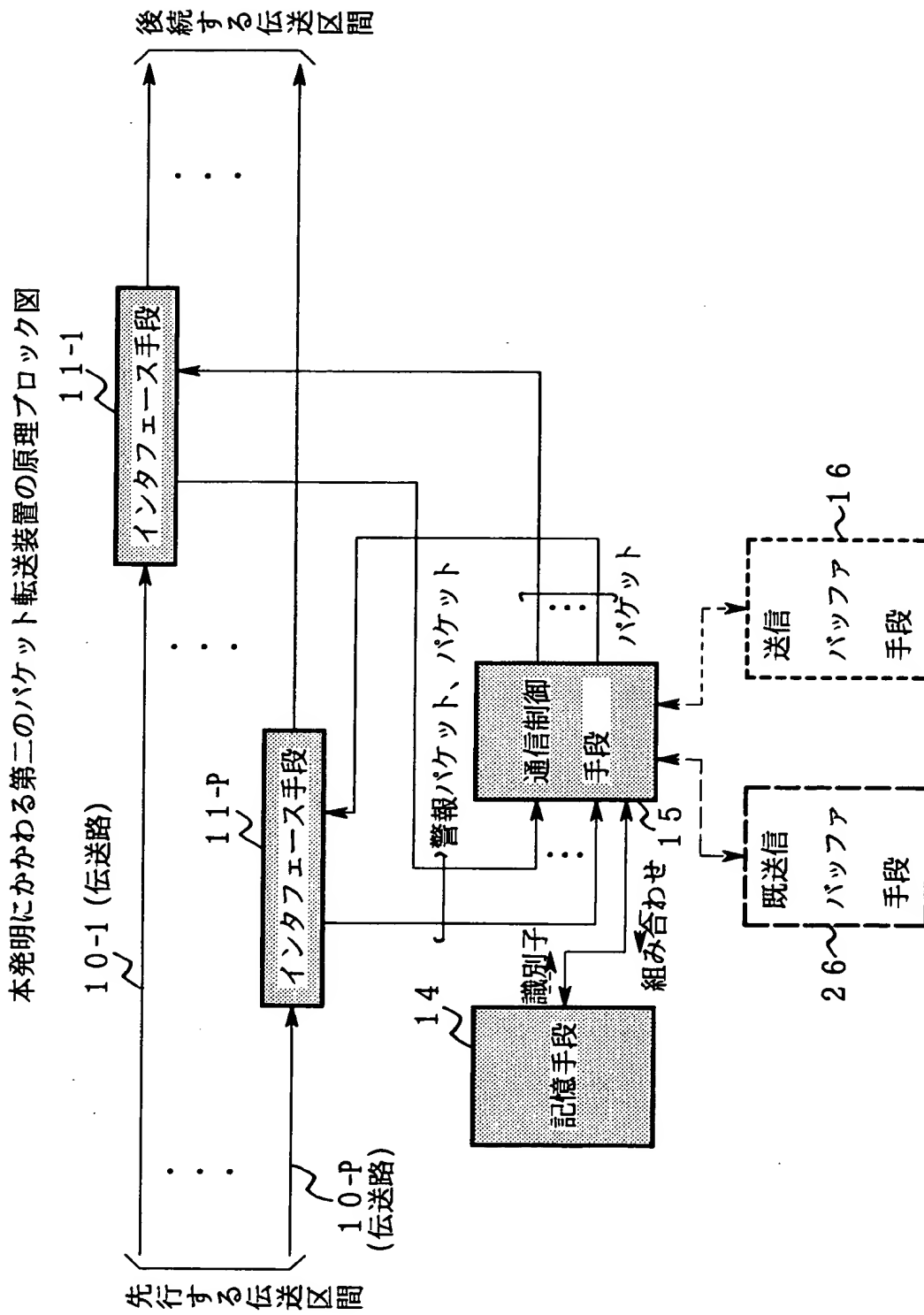
- 5 3 - 4 第四の I P ルーティング網
- 5 4 , 8 1 , 8 2 ルータ
- 5 5 M P L S 網
- 5 6 L A N
- 5 7 , 5 8 画像端末 ( V T )
- 6 1 受信部 ( R X )
- 6 2 送信部 ( T X )
- 6 3 送受信部 ( R T P )
- 6 4 インタフェース部 ( I F )
- 6 5 明示ルーティング部 ( E R G )
- 6 6 , 6 6 A G セレクタ ( S E L G )
- 6 7 ラベル付与部
- 6 8 ラベル変更部
- 6 9 ルックアップテーブル
- 7 0 , 7 0 A 制御部
- 8 0 パケット交換機

【書類名】 図面

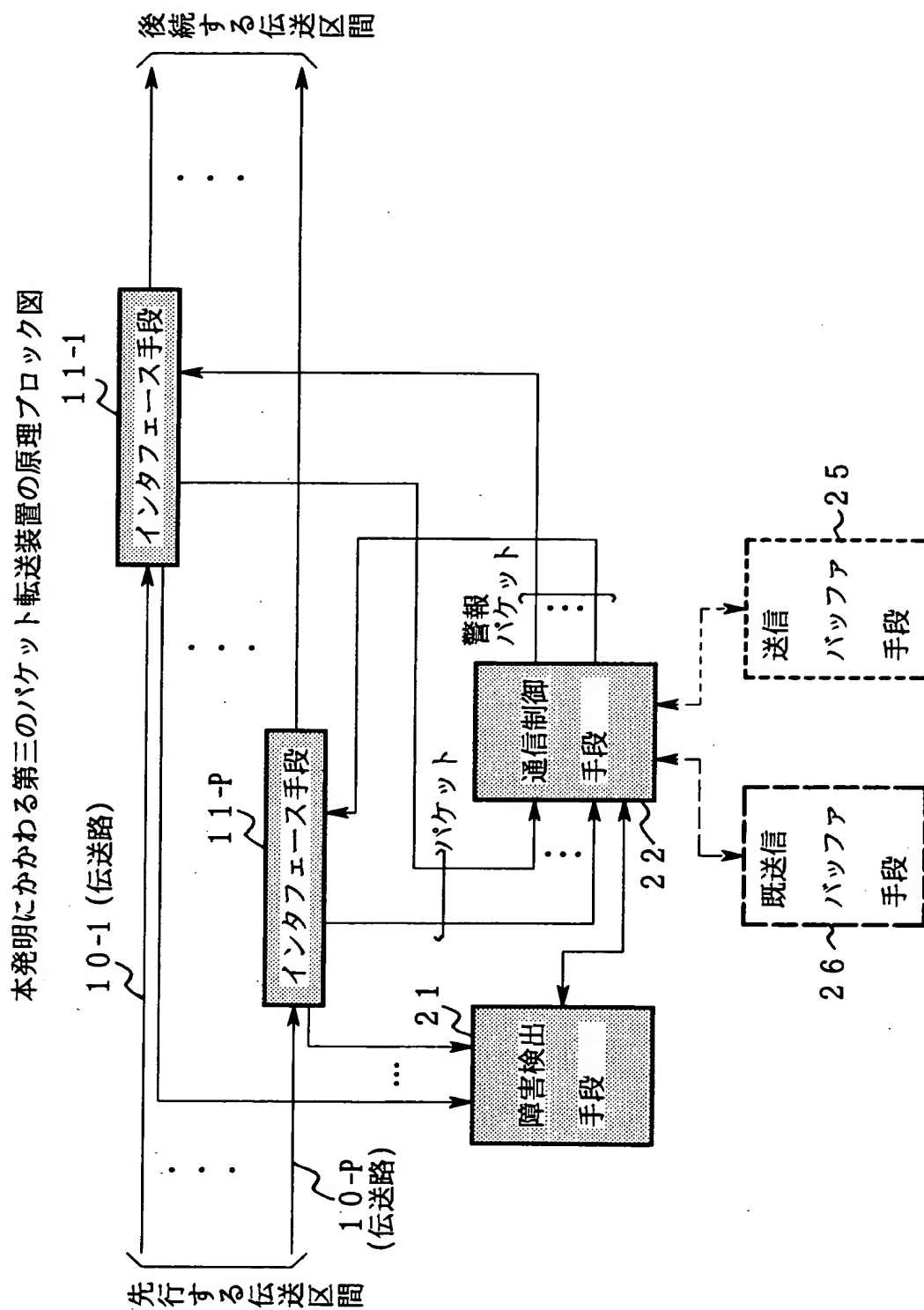
【図 1】



【図 2】

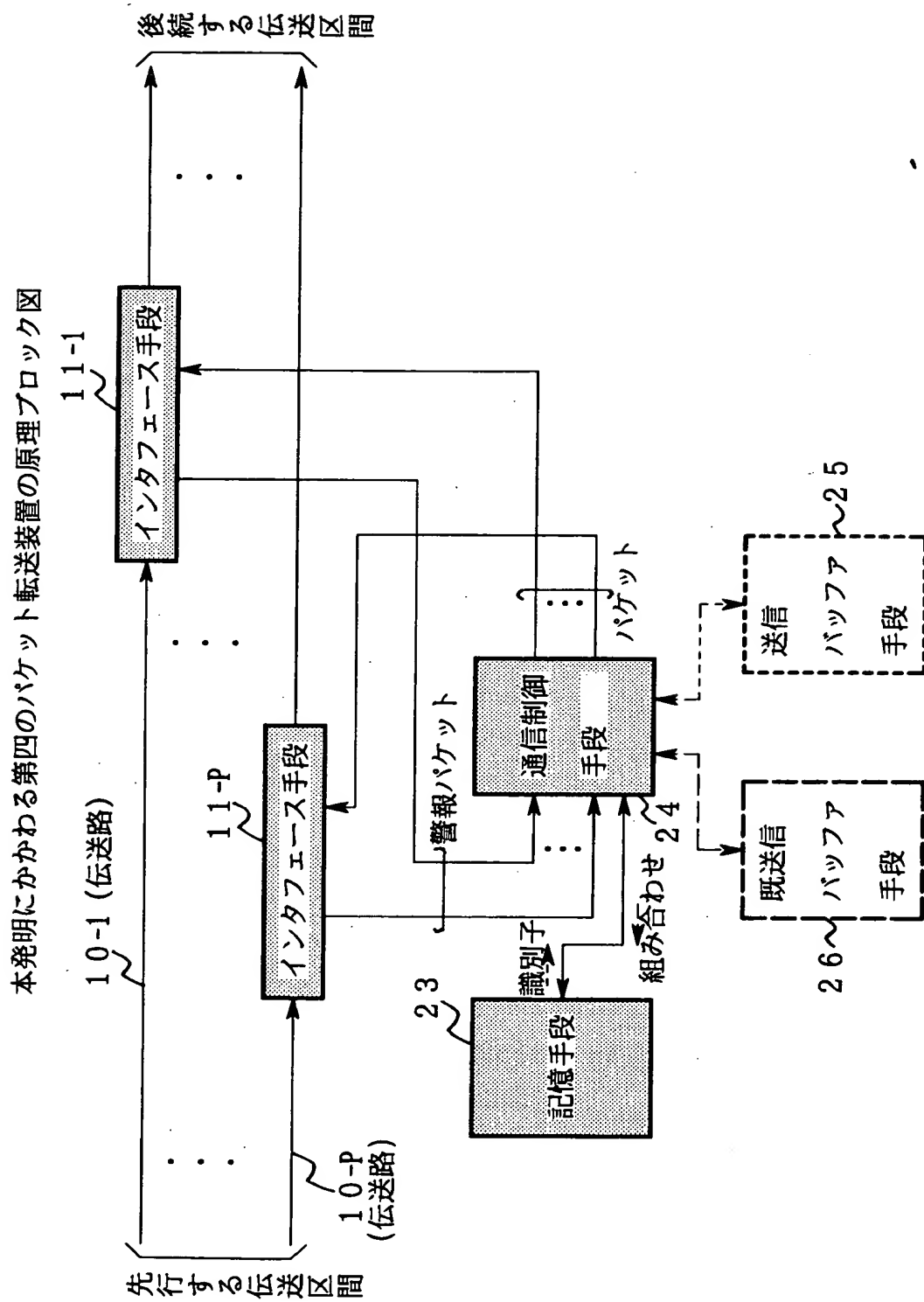


【図 3】

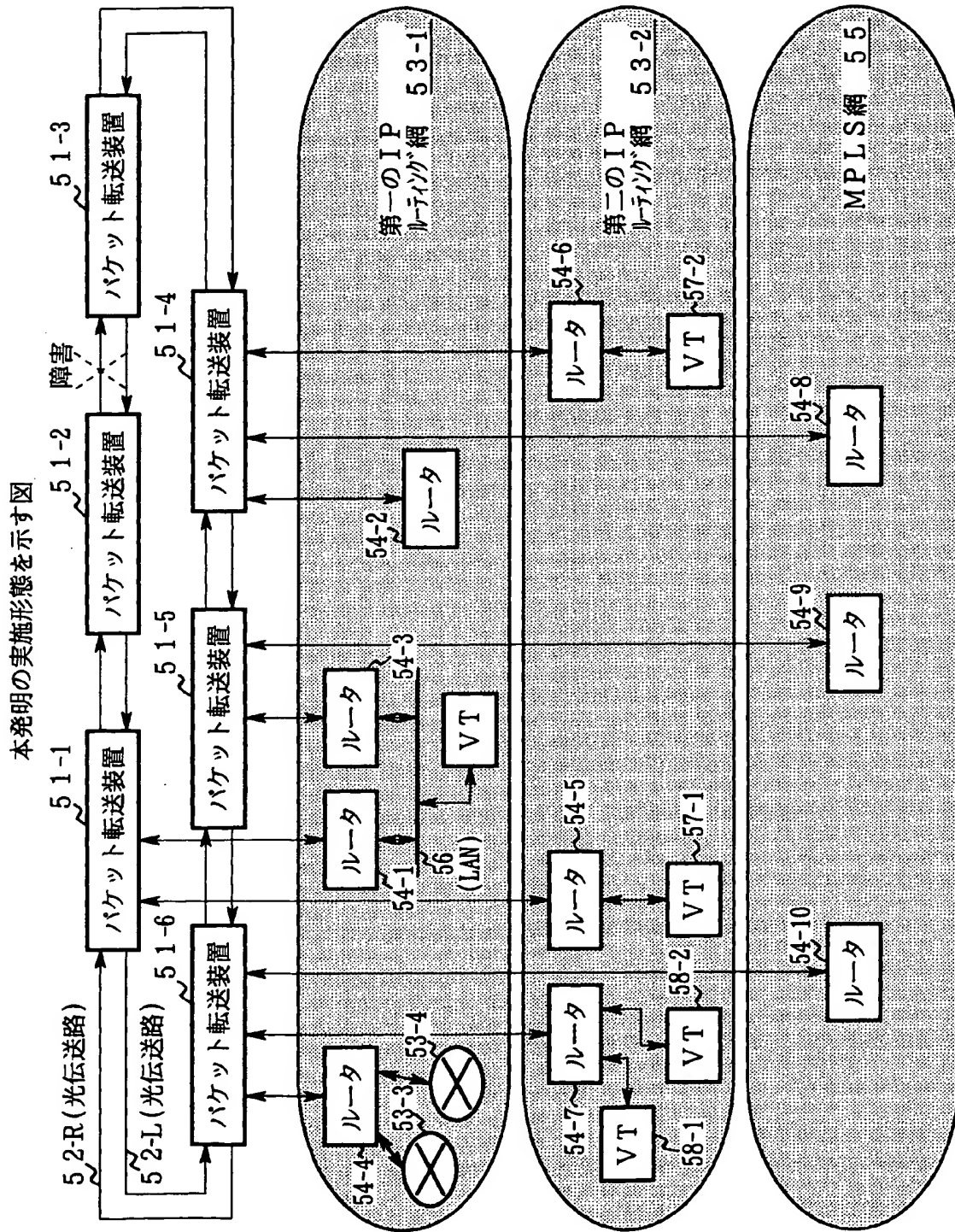




【図 4】

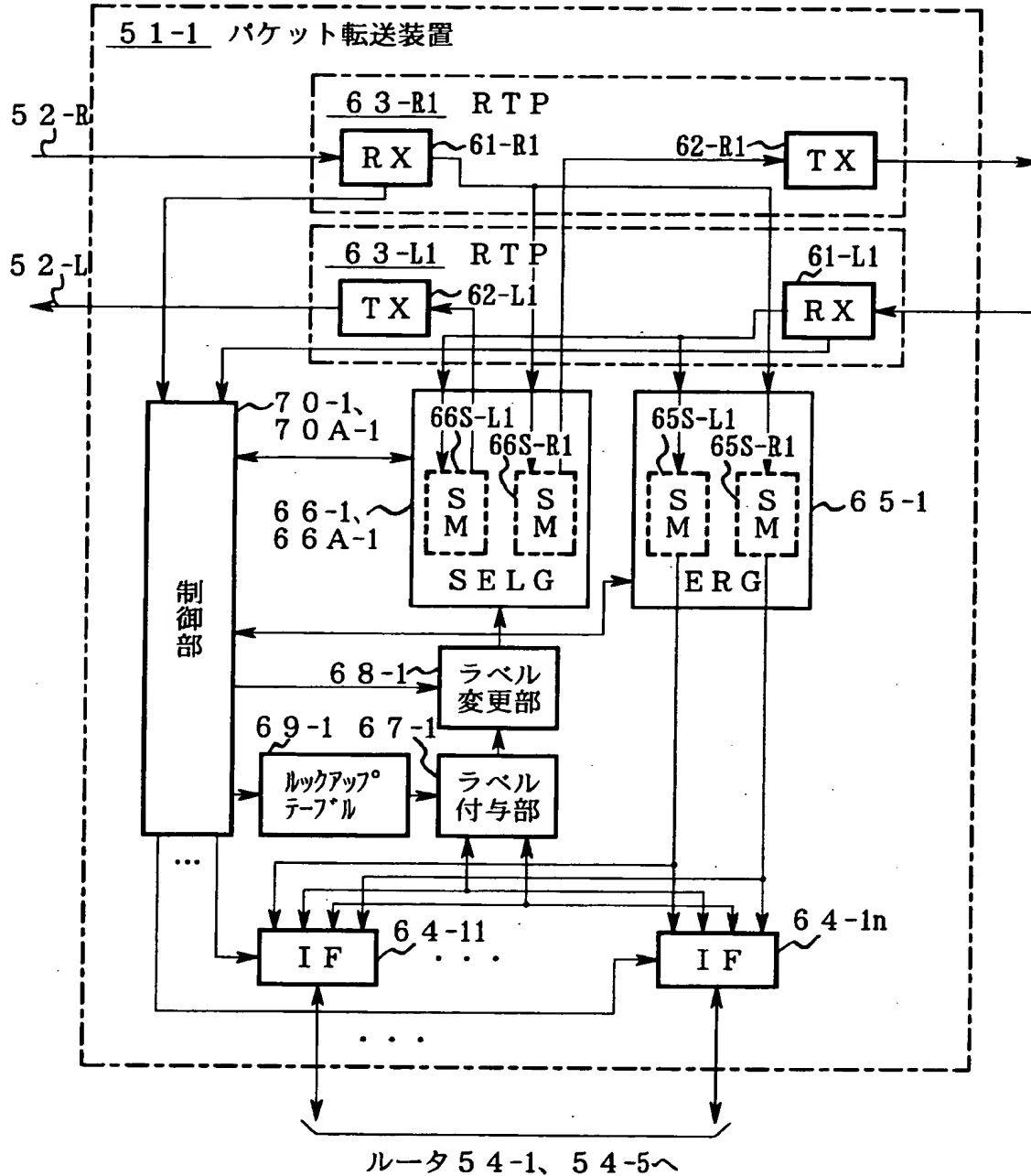


【図 5】



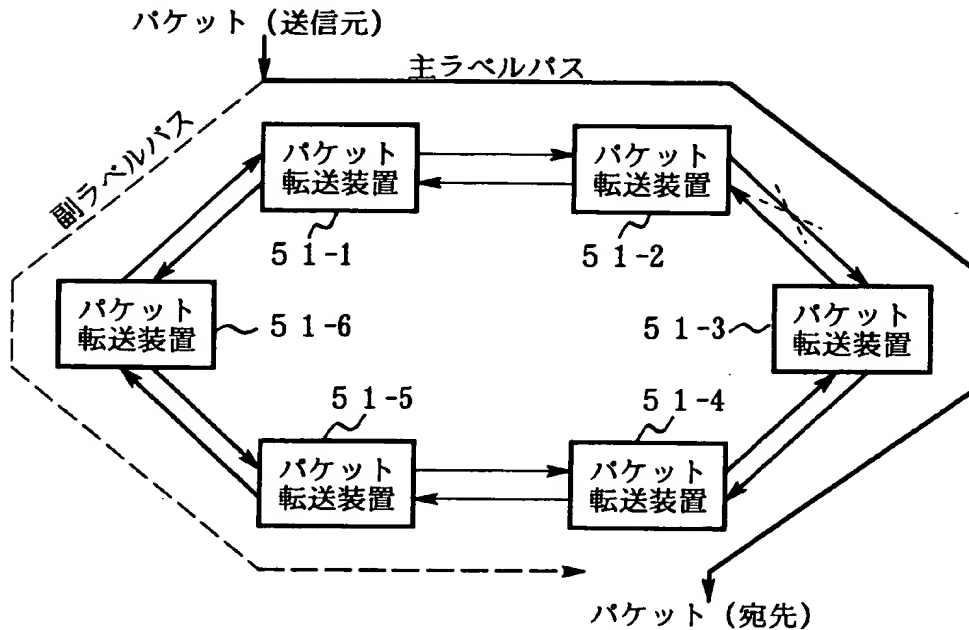
【図 6】

パケット転送装置の詳細な構成を示す図

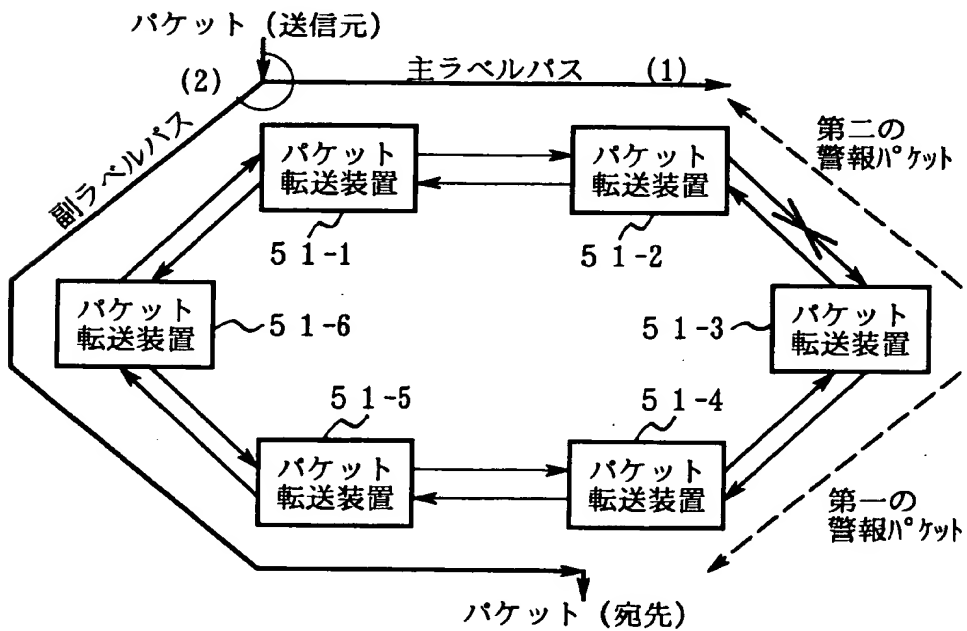


【図 7】

本発明の第一の実施形態の動作を説明する図



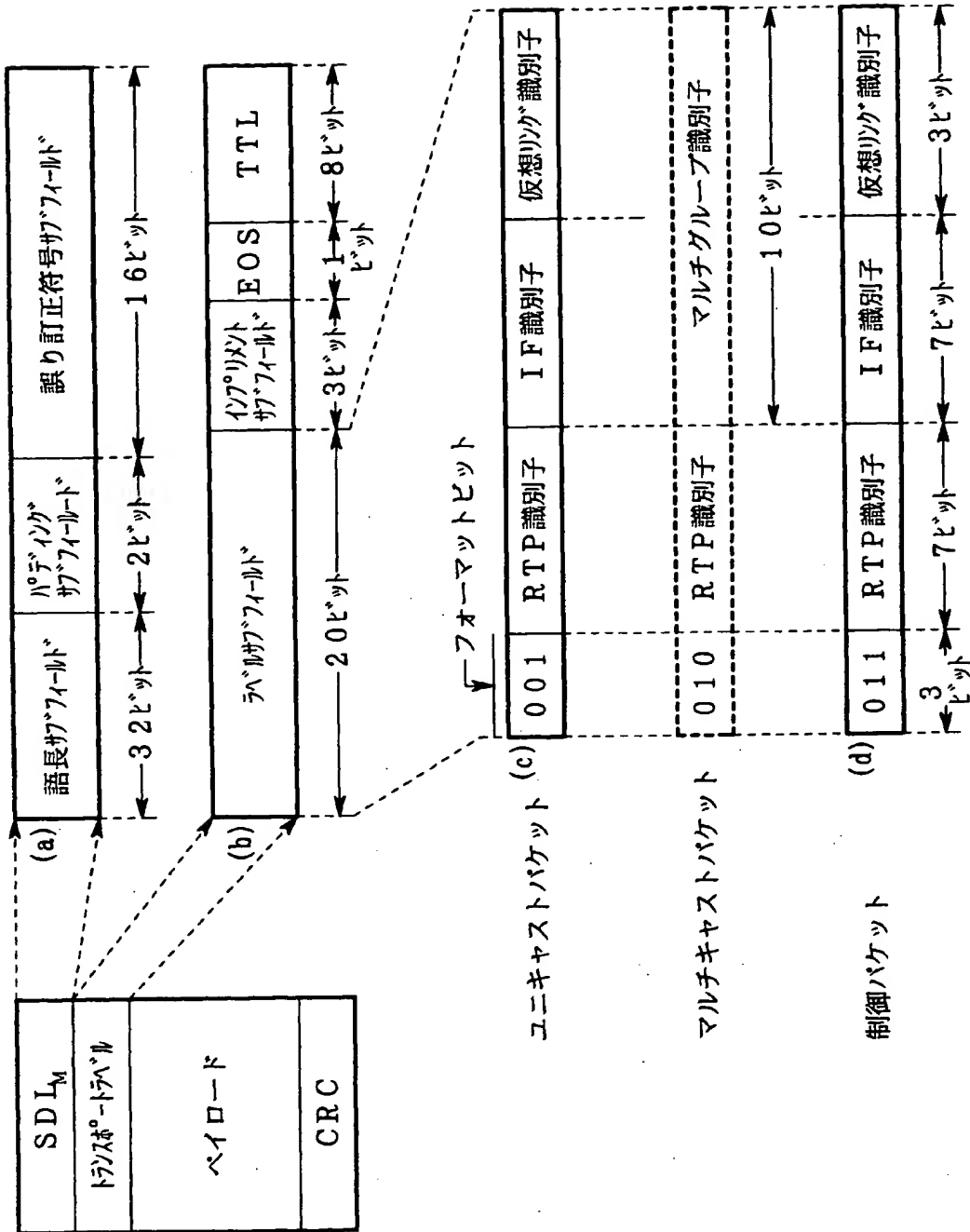
(a) 正常な場合



(b) 障害が発生した場合

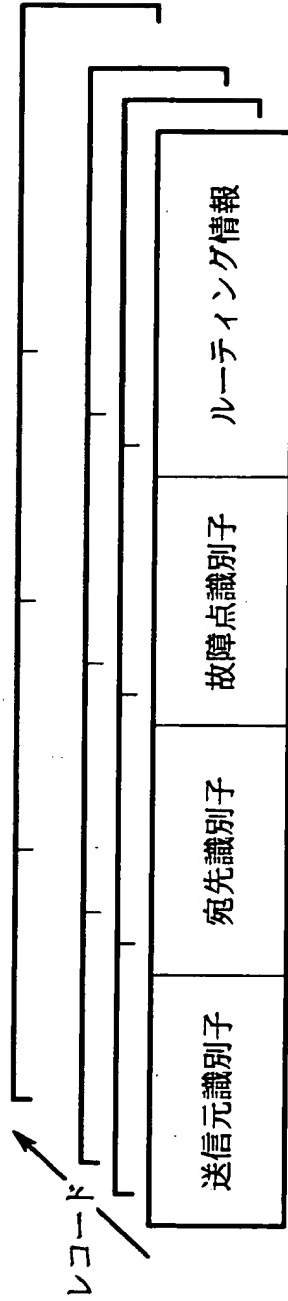
【図 8】

パケットの構成を示す図



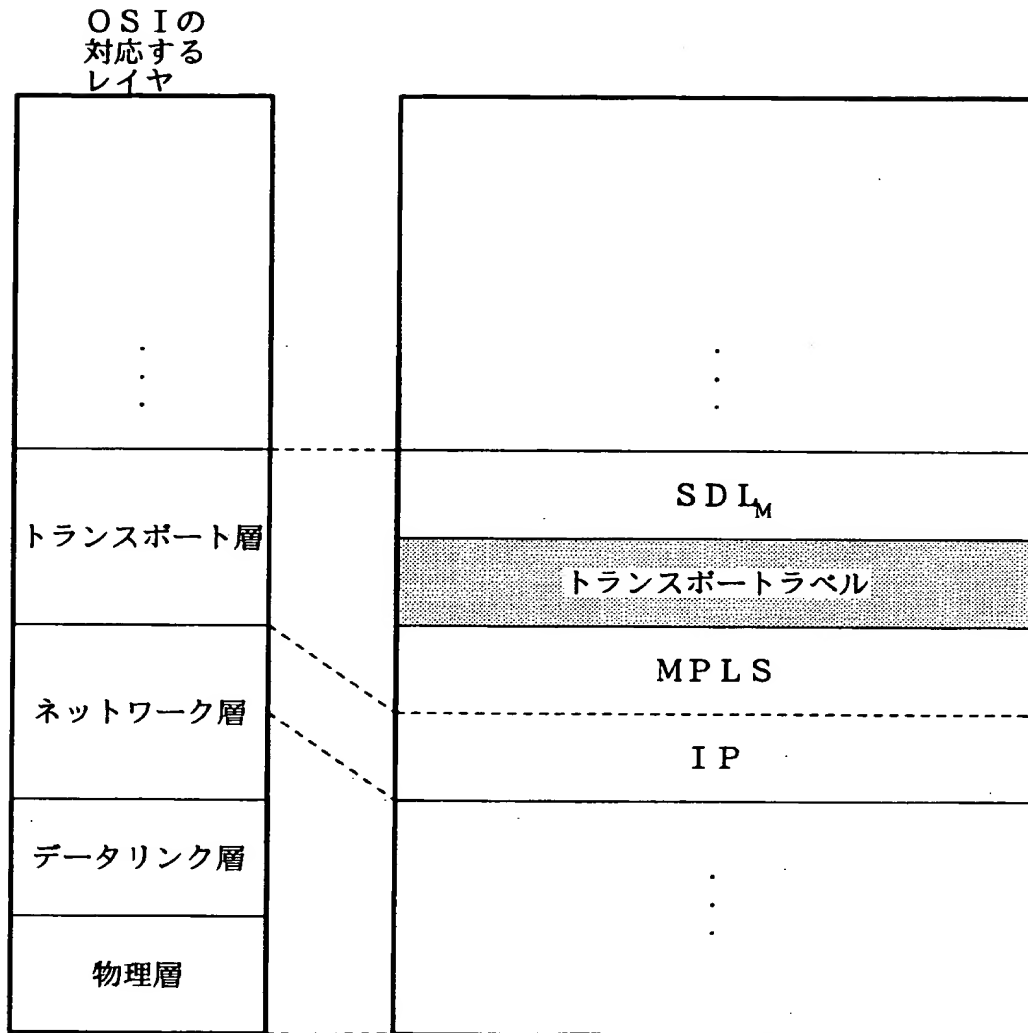
【図 9】

本発明の第一および第二の実施形態に適用されたルーティングテーブルの構成を示す図



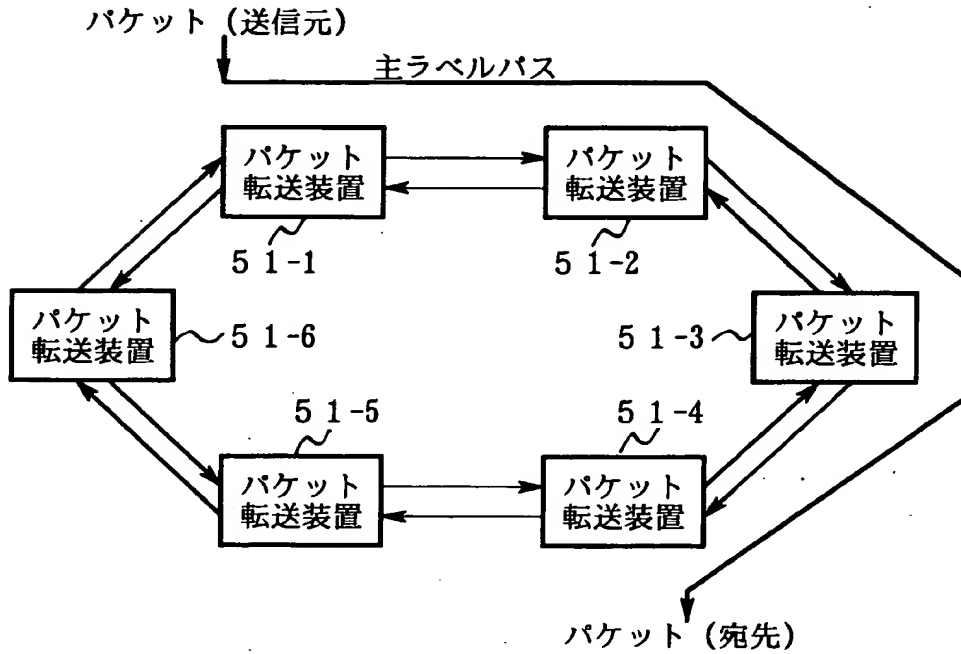
【図 1 0】

本実施形態におけるプロトコルスタックを示す図

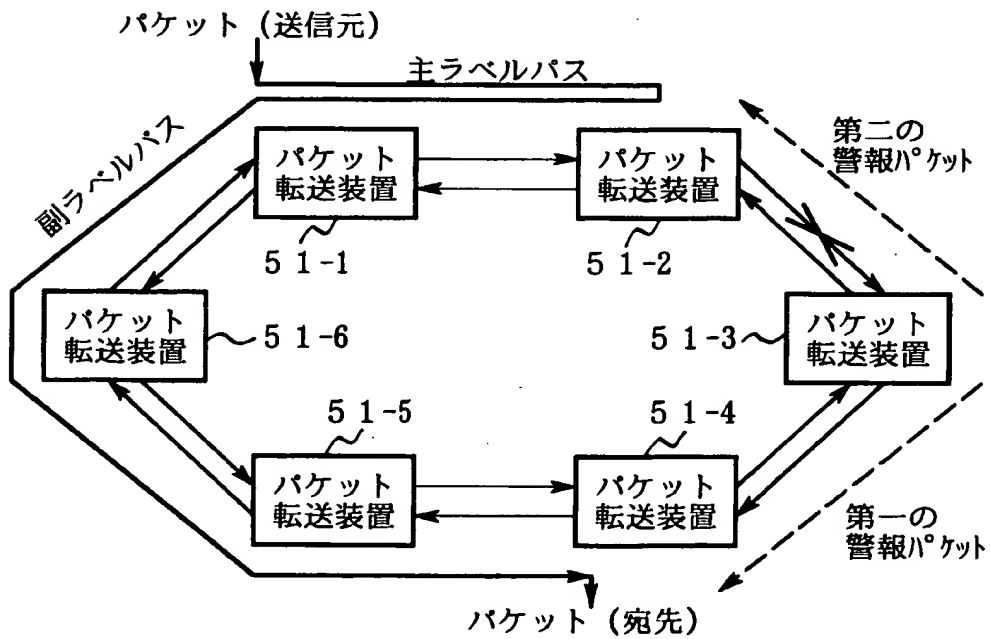


【図 11】

本発明の第二および第四の実施形態の動作を説明する図



(a) 正常な場合

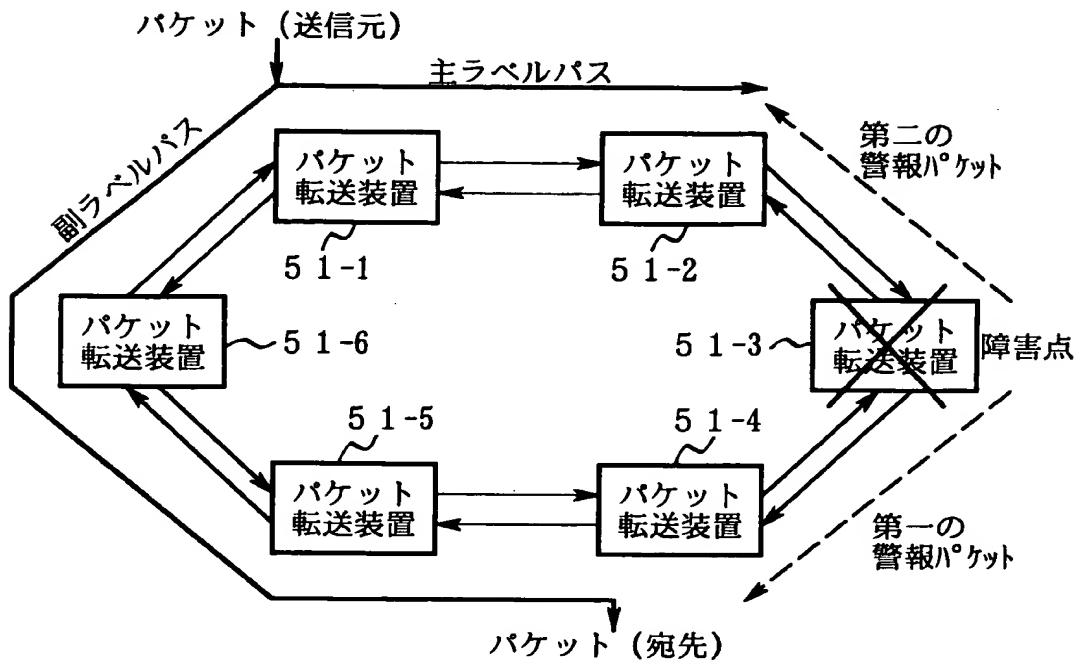


(b) 障害が発生した場合



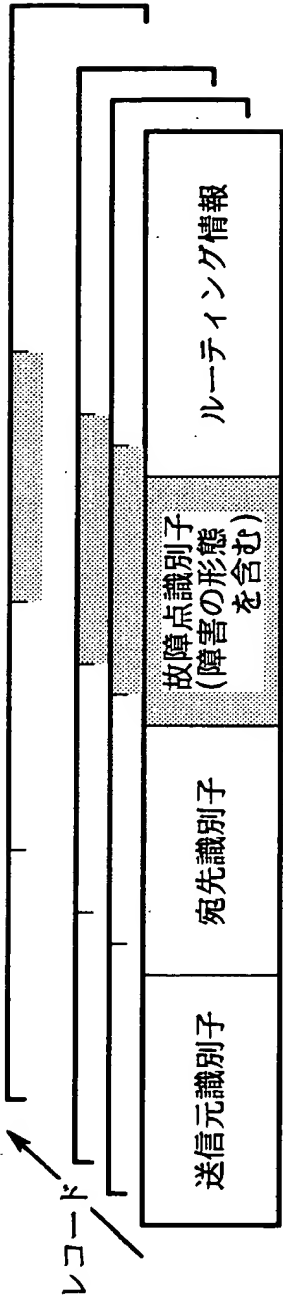
【図 1 2】

本発明の第五の実施形態の動作を説明する図



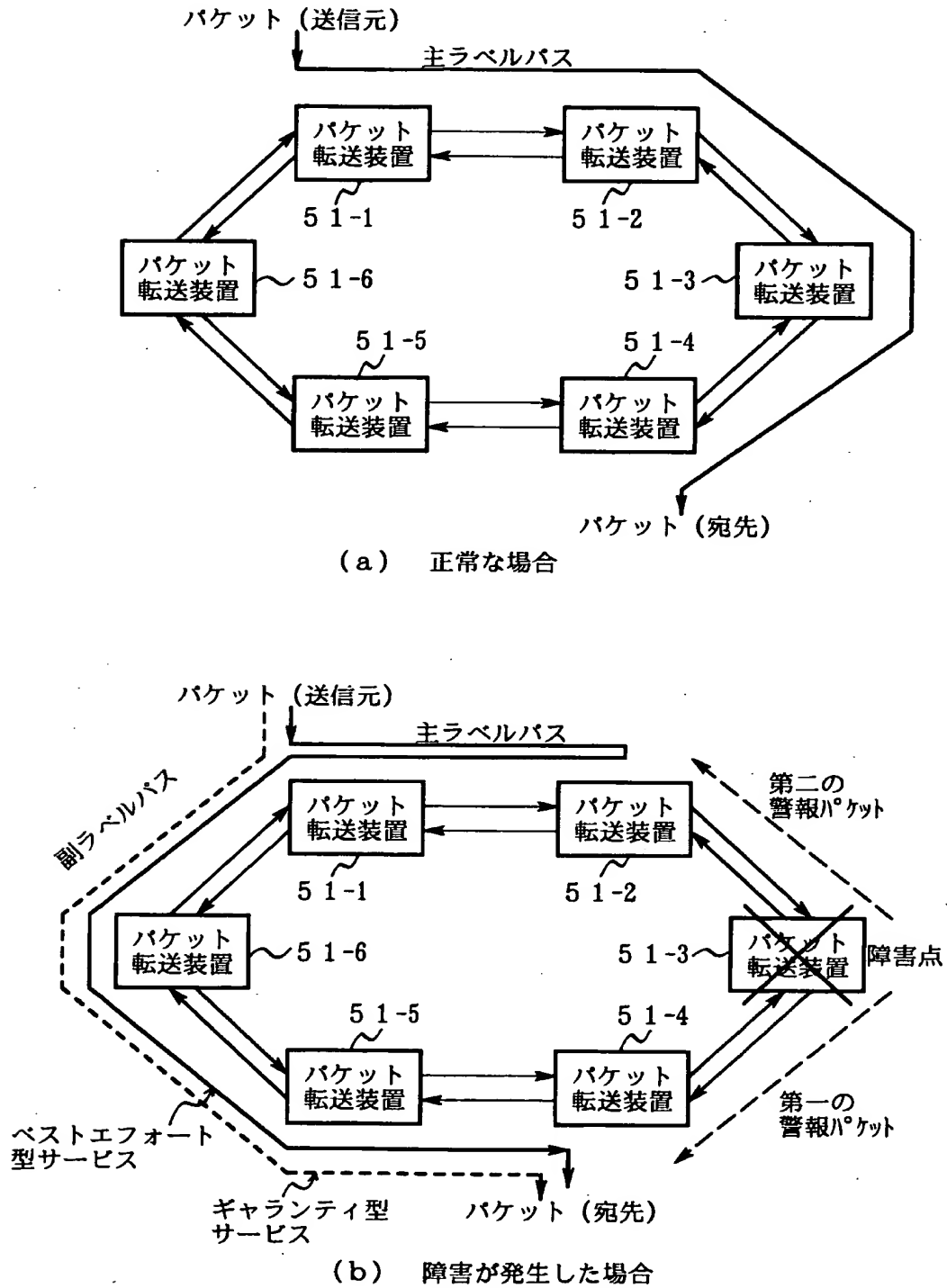
【図 13】

本発明の第六および第七の実施形態に適用されたルーティングテーブルの構成を示す図

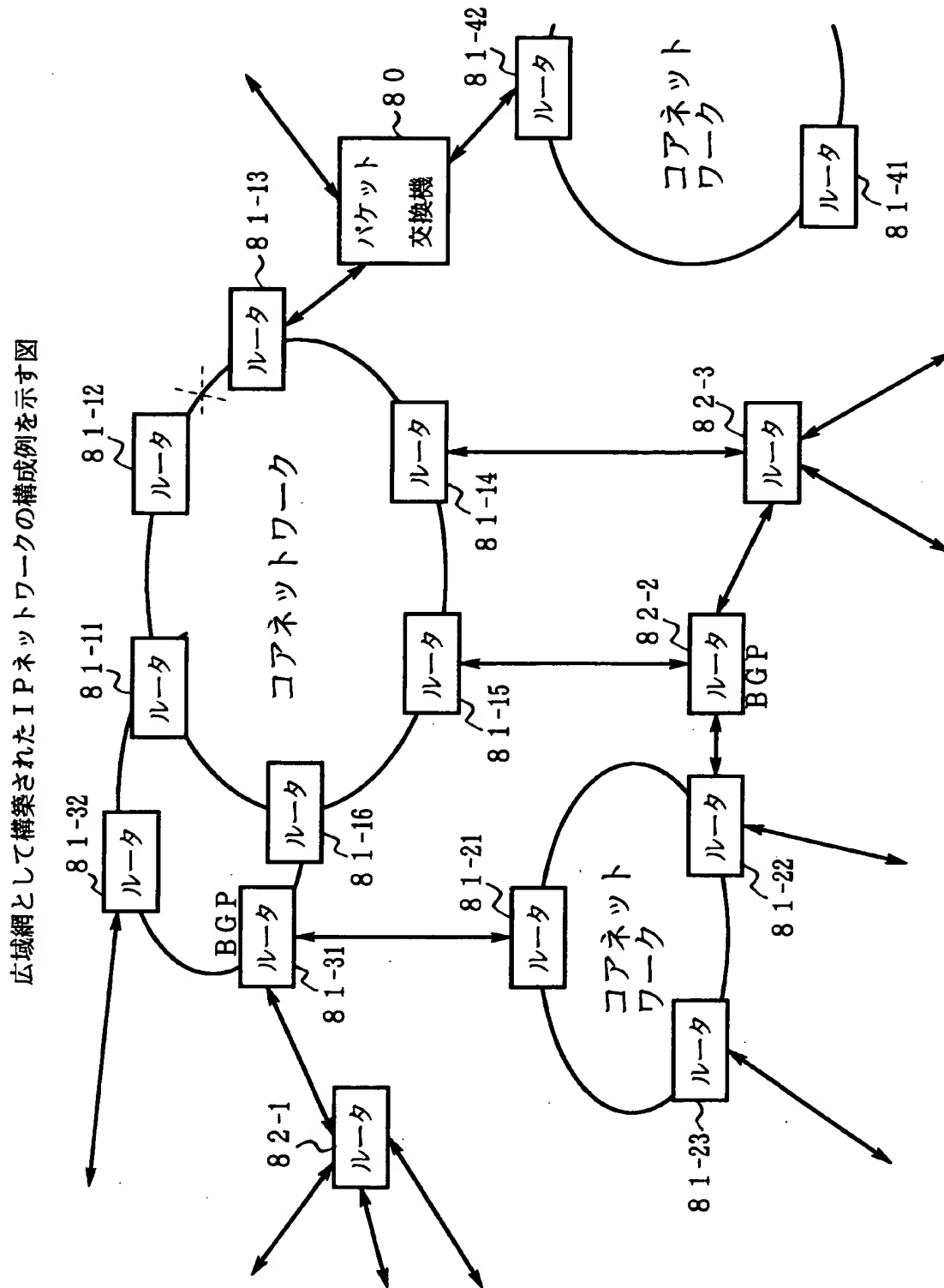


【図 14】

本発明の第六および第七の実施形態の動作を説明する図



【図 15】



【書類名】        要約書

【要約】

【課題】    本発明は、伝送路が冗長に構成されたパケットルーティング網において、障害が発生した伝送区間の代替伝送路をその経路制御の手順に基づいて得る回線復旧方式と、経路制御を行うパケット転送装置とに関し、伝送速度の低下が生じることなく、障害の発生時に速やかな復旧を可能とすることを目的とする。

【解決手段】    冗長に構成された複数の伝送路の後続する伝送区間について、送信が妨げられる障害の発生を個別に監視し、複数の伝送路の内、特定の伝送路に発生した障害が存続しているときに、この特定の伝送路の先行する伝送区間から後続する伝送区間にコネクションレスサービスとして中継されるべきパケットの属性を識別し、識別された属性がベストエフォート型サービスの対象を意味するときに、複数の伝送路の内、特定の伝送路以外の伝送路を適用してパケットを中継することによって構成される。

【選択図】        図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日	1996年 3月26日
[変更理由]	住所変更
住 所	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名	富士通株式会社